

## CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN FISICA

Sito del CdS: <http://www.scienze.unipa.it/specfisica/specfisi/>

Calendario (orari, aule): [http://www.scienze.unipa.it/specfisica/specfisi/cdl\\_calendari.php](http://www.scienze.unipa.it/specfisica/specfisi/cdl_calendari.php)

Recapiti docenti: [http://www.scienze.unipa.it/specfisica/specfisi/cdl\\_docenti.php](http://www.scienze.unipa.it/specfisica/specfisi/cdl_docenti.php)

<b>Insegnamenti</b>		
I	Complementi di Meccanica Quantistica	X
I	Complementi di Struttura della Materia	X
I	Interazione Radiazione-Materia	X
I	Metodi Matematici per la Fisica	X
I	Fisica Statistica	X
I	Laboratorio di Fisica Generale	X
I	Simulazione Numerica di Processi Fisici	X
<b>Curriculum Astrofisica</b>		
I	Laboratorio di Astrofisica	X
I	Fisica dell'Universo	X
<b>Curriculum Fisica della Materia</b>		
I	Fisica degli Stati Condensati	X

<b>Insegnamenti</b>		
<b>Curriculum Astrofisica</b>		
II	Astrofisica	X
II	Astrofisica delle Alte Energie	X
<b>Curriculum Fisica della Materia Corsi opzionali</b>		
II	Fisica dei Biosistemi	X
II	Teoria dei Campi	X
II	Laboratorio di Fisica della Materia	X
II	Meccanica Quantistica Avanzata	X
II	Biofisica con Laboratorio	X

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM.FF.NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Complementi di Meccanica Quantistica
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO</b>	Teorico e dei fondamenti della fisica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	02120
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	1
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/02
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Lucia Rizzuto Ricercatore Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE</b>	Aula E, Dipartimento di Scienze Fisiche ed Astronomiche, via Archirafi 36, Palermo
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali Esercitazioni in aula
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Scritta e Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Martedì 12,00 -13,30 Mercoledì 8,30 -10,00 Giovedì 8,30 -10,00
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Lunedì e Venerdì pomeriggio su appuntamento

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

**Conoscenza e capacità di comprensione** dei concetti e dei principali risultati della meccanica quantistica e dei metodi per la risoluzione di problemi specifici.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Capacità di applicare le conoscenze acquisite a problemi nei vari ambiti della fisica.

**Autonomia di giudizio**

Capacità di analizzare autonomamente e in modo rigoroso un problema riguardante la meccanica quantistica.

**Abilità comunicative**

Capacità di illustrare gli aspetti essenziali di un problema fisico e di spiegare i risultati dei problemi in modo chiaro e corretto.

**Capacità d'apprendimento**

Imparare ad affrontare nuovi problemi e ad approfondire autonomamente argomenti della fisica quantistica

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Fornire agli studenti una conoscenza di base di alcuni concetti della meccanica quantistica moderna

<b>MODULO 1</b>	<b>COMPLEMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
8	Simmetrie in meccanica quantistica: Simmetrie continue; simmetrie discrete: inversione spaziale, time-reversal.
8	Teoria quantistica del momento angolare. Composizione di momenti angolari
12	Equazioni d'onda relativistiche: Equazione di Klein-Gordon. Equazione di Dirac.
10	Metodi di approssimazione. Metodo variazionale. Teoria perturbativa dipendente dal tempo.
10	Sistemi di particelle identiche in meccanica quantistica. Atomo di Elio
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	J.J. Sakurai: Meccanica Quantistica Moderna; W. Greiner: Quantum Mechanics, an introduction; W. Greiner: Quantum Mechanics, special chapters; Bransden, Brian Harold Physics of atoms and molecules

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM. FF. NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Complementi di Struttura della Materia
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Sperimentale applicativo
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	16179
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/01
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Marco Cannas, Professore Associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	94
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	56
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aule di didattica del Dipartimento di Fisica
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Prime semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Lunedì 8,30-10,00; Martedì 8,30-10,00; Venerdì 8,30-10,00
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Venerdì 15-17

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Conoscenza approfondita delle proprietà strutturali della Materia. Familiarità con la rappresentazione e modellizzazione dei principali processi fisici caratterizzanti la materia e abilità nell'individuare ed elaborare modelli e schemi interpretativi attraverso la meccanica statistica quantistica.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Capacità di sviluppare modelli teorici per analizzare fenomeni che caratterizzano le proprietà elettriche della materia (proprietà ottiche, magnetiche e di trasporto) attraverso adeguati strumenti matematici.

##### **Autonomia di giudizio**

Capacità di operare con elevato grado di autonomia nella comprensione e nella descrizione degli argomenti studiati. Capacità di sviluppare un approccio rigoroso e critico nel proporre e analizzare problemi inerenti alle proprietà della Materia .

##### **Abilità comunicative**

Capacità di enucleare e mettere a fuoco gli elementi fondamentali delle Struttura della Materia. Capacità di organizzare ed esporre in maniera sistematica gli argomenti studiati.

##### **Capacità d'apprendimento**

Capacità di studiare in modo autonomo e di mettere in luce collegamenti fra gli argomenti del corso di Complementi di Struttura della Materia

<b>OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO</b> Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio
--

<b>MODULO</b>	<b>COMPLEMENTI DI STRUTTURA DELLA MATERIA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
6	<b>Richiami della teoria del legame molecolare.</b> Orbitali molecolari e calcolo dei livelli energetici; approssimazione di Born-Oppenheimer, curva di Morse; metodo LCAO/Variazionale; teorema del Viriale. Metodi degli orbitali molecolari e di Heitler-London; calcolo dell'energia. Interazione delle configurazioni.
20	<b>Proprietà elettromagnetiche della materia.</b> Classificazione dei solidi (metalli, semiconduttori, isolanti). Proprietà generali dell'equazione di Schrödinger nei e reciproco, zone di Brillouin. solidi, potenziale medio cristallino. Teorema di Bloch, simmetria traslazionale nello spazio reale Bande di energia, modello di Kronig-Penney, modello Tight-Binding. Proprietà di trasporto nei metalli, conduttività elettrica, legge di Ohm. Equazione di trasporto di Boltzmann, teoria di Sommerfeld. Proprietà della resistività elettrica, processi di diffusione degli elettroni. Conduzione termica, legge di Wiedmann-Franz. . Proprietà di trasporto nei semiconduttori, portatori di corrente nei semiconduttori intrinseci (elettroni e buche), semiconduttori estrinseci, stati donori e accettori. Proprietà ottiche, equazioni di Maxwell nella materia, indice di rifrazione complesso, modello di Drude-Lorentz. Teoria quantistica, probabilità delle transizioni ottiche di assorbimento.
6	<b>Cenni di Superconduttività</b> Proprietà macroscopiche (elettriche e magnetiche) dei superconduttori Teoria fenomenologica di London. Teoria fenomenologica di Ginzbur-Landau. Basi della teoria microscopica.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
24	Esercitazioni sugli argomenti trattati. Calcolo delle energie di legame in molecole semplici. Proprietà vibrazionali delle molecole semplici; effetto Raman. Calcolo dell'energia in reticoli unidimensionali, bidimensionali e tridimensionali. Moto dell'elettrone in un potenziale periodico. Cammino libero medio degli elettroni nei metalli. Calcolo dell'energia e della quantità di moto nell'urto elettrone-fonone; dipendenza dalla temperatura. Determinazione della carica dei portatori nei semiconduttori grazie all'effetto Hall. Effetto Hall quantistico. Dispositivi basati sui semiconduttori: giunzioni PN; celle foto-voltaiche. Comportamento di un semiconduttore in un campo magnetico. Illustrazione dei fenomeni ottici che scaturiscono dalla interazione radiazione-materia in metalli, semiconduttori e isolanti Applicazioni della superconduttività e superfluidità. Dispositivi a effetto Josephson.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	J. C. Slater: Teoria Quantistica della Materia S. Franchetti, A. Ranfagni, D. Mugnai: Elementi di Struttura della Materia F. Bassani, U. Grassano: Fisica dello Stato Solido A.J. Dekker: Fisica dello Stato Solido Kittel: Introduction to Solid State Physics

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM:FF.NN
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/12
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Corso di laurea magistrale in Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Interazione Radiazione-Materia
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Astrofisico, geofisico e spaziale
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	15308
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	-
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/05
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Natale Robba Professore Ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula E – Dipartimento di Scienze Fisiche ed Astronomiche, Via Archirafi 36, Palermo
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali.
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Giorni e orario delle lezioni stabiliti nel calendario didattico del Corso di Laurea
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Martedì, Giovedì: 13.00 – 14.00

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve conoscere i concetti e i risultati fondamentali dell'interazione tra la radiazione elettromagnetica e particelle cariche o atomi/molecole.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve sapere utilizzare e applicare i metodi dell'elettrodinamica classica e dell'ottica quantistica nello studio dei processi di interazione radiazione-materia.

##### **Autonomia di giudizio**

Lo studente deve sapere analizzare in modo rigoroso e critico gli aspetti fondamentali di un problema riguardante l'interazione radiazione-materia, e risolverlo in maniera autonoma.

##### **Abilità comunicative**

Lo studente deve essere in grado di enucleare, mettere a fuoco ed esporre gli aspetti essenziali di uno specifico problema riguardante i processi di interazione radiazione-materia.

##### **Capacità d'apprendimento**

Lo studente deve essere in grado di approfondire autonomamente argomenti specialistici riguardanti l'interazione tra la radiazione elettromagnetica e la materia.

#### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio

<b>MODULO 1</b>	<b>INTERAZIONE RADIAZIONE-MATERIA</b>	
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>	
4	Richiami su concetti preliminari: sezioni d'urto; attenuazione; coefficiente d'assorbimento; cammino libero medio; spessore ottico.	
6	Richiami di relatività	
2	Assorbimento di radiazione. Emissione stimolata e spontanea. Coefficienti di Einstein. Rate equations. Saturazione.	
10	Perdita di energia per ionizzazione; Emissione per bremsstrahlung; bremsstrahlung termico; assorbimento per bremsstrahlung; Radiazione Cherenkov	
20	Radiazione emessa da una carica accelerata: formula di Larmor, generalizzazione relativistica.; processi di diffusione e assorbimento della radiazione elettromagnetica: diffusione Thomson / Rayleigh / oscillatore armonicamente legato; compton diretto e inverso; comptonizzazione; effetto fotoelettrico (emissione di fluorescenza & effetto Auger); produzione di coppie $e^{\pm}$ .	
6	Emissione di ciclotrone e sincrotrone; assorbimento per sincrotrone.	
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	M.S. LONGAIR G.B. RYBICKY, A.P. LIGHTMAN MARMIER	High Energy Astrophysics vol 1 & 2 Radiative Processes in Astrophysics Physics of Nuclei and Particles Vol 1

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MMFFNN
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Metodi Matematici per la Fisica
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	05076
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	MAT/07
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Marco Sammartino Professore Ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	98
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	52
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Dipartimento di Scienze Fisiche e Astronomiche, Via Archirafi 36, Aula E
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula,
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, Prova Scritta
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Lunedì 10.30-12.00 Mercoledì 10.30-12.30 Giovedì 12.00-13.30
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Lunedì 12.00-13.30 Mercoledì 12.30-14.00

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Gli studenti acquisiranno le seguenti conoscenze:

Elementi di teoria delle funzioni analitiche e del calcolo nel piano complesso.

Elementi di teoria degli spazi di Hilbert e di teoria delle distribuzioni.

Elementi di teoria spettrale degli operatori e della trasformata di Fourier.

Teoria di Sturm-Liouville, funzioni ortogonali.

Le soluzioni fondamentali delle equazioni di Laplace, del calore e delle onde. Rappresentazione delle soluzioni di alcune equazioni della fisica-matematica in termini di autofunzioni.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Gli studenti sapranno calcolare integrali non elementari; padroneggiare tecniche di soluzione di equazioni differenziali ordinarie con punti di singolarità; risolvere alcune fra le equazioni differenziali alle derivate parziali lineari più comuni nella fisica; usare i polinomi ortogonali.

**Autonomia di giudizio**

Gli studenti acquisiranno la capacità di riconoscere, spesso, la più appropriata metodologia per l'analisi (ed eventualmente la simulazione) di alcuni modelli fisico-matematici usati nella descrizione dei fenomeni fisici.

**Abilità comunicative**

Gli studenti sapranno mettere i risultati trovati in tale che l'informazione sia facilmente fruibile anche attraverso l'uso di grafici esplicativi e di limiti fisicamente motivati.

**Capacità d'apprendimento**

Scopo ideale del corso è anche quello di consentire allo studente di accedere a una porzione significativa della letteratura specialistica sui metodi matematici avanzati per la fisica e per le scienze.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

L'obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti i fondamenti per un approccio rigoroso ai problemi matematici che tipicamente si incontrano nella descrizione quantitativa dei processi fisici.

<b>MODULO</b>	<b>METODI MATEMATICI PER LA FISICA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
5	Funzioni analitiche. Le condizioni di Cauchy-Riemann. Funzioni a più valori. Integrazione complessa. Espansione di Laurent. Singolarità. Calcolo dei residui. Metodo della <i>steepest-descents</i> .
10	Teoria delle distribuzioni. Convergenza di successioni di distribuzioni. Serie di Fourier e trasformata di Fourier. Soluzione di un'equazione differenziale nel senso delle distribuzioni. Il concetto di soluzione fondamentale.
8	Spazi di Hilbert. Insiemi completi. Operatori chiusi. Operatori autoaggiunti. Operatori compatti. Lo spettro di un operatore.
10	Equazioni differenziali ordinarie con singolarità. Il metodo di Frobenius. La teoria di Sturm-Liouville. Autofunzioni. Funzioni speciali.
7	Equazioni differenziali alle derivate parziali. L'equazione di Laplace, la soluzione fondamentale. L'equazione di diffusione, la soluzione fondamentale. L'equazione delle onde. Separazione delle variabili.
	<b>ESERCITAZIONI</b>
12	Per ciascuna parte del corso saranno svolte esercitazioni consistenti nella soluzione di problemi e nella illustrazione di applicazioni dei metodi teorici introdotti nelle ore di lezione.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	G.B.Arken, H.J.Weber: <i>Mathematical Methods for Physicists</i> , Elsevier P. Dennery, A. Krzywicki: <i>Mathematics for Physicists</i> , Dover I.Stakgold: <i>Green's Functions and Boundary Value Problems</i> , Wiley W.A.Strauss: <i>Partial Differential Equations, an introduction</i> , Wiley L.C.Evans: <i>Partial Differential Equations</i> , American Mathematical Society

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM.FF.NN
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/12
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Fisica Statistica
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Microfisico e della Struttura della Materia
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	16180
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/03
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Roberto Passante Professore Associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula E – Dipartimento di Fisica, Via Archirafi 36, Palermo
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali.
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Giorni e orario delle lezioni stabiliti nel calendario didattico del Corso di Laurea
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Per appuntamento col docente da concordare telefonicamente o tramite e-mail

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Conoscenza dei concetti fondamentali e dei principali risultati della fisica statistica di equilibrio e di non equilibrio.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Sapere utilizzare e applicare i metodi della meccanica statistica e della fisica statistica in vari ambiti della fisica.

##### **Autonomia di giudizio**

Sapere analizzare autonomamente, in modo rigoroso e critico, gli aspetti fondamentali di un problema riguardante la fisica statistica.

##### **Abilità comunicative**

Lo studente deve essere in grado di enucleare, mettere a fuoco ed esporre gli aspetti essenziali di uno specifico problema riguardante la fisica statistica.

##### **Capacità d'apprendimento**

Lo studente deve essere in grado di approfondire autonomamente argomenti specialistici riguardanti la fisica statistica di equilibrio e di non equilibrio.

#### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Obiettivo formativo dell'insegnamento è fornire agli studenti una conoscenza di base della fisica statistica di equilibrio, di non equilibrio e delle sue applicazioni in vari ambiti della fisica.

<b>MODULO</b>	<b>FISICA STATISTICA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
4	Spazio delle fasi. Operatore densità. Stati puri e stati misti. Equazione di Liouville.
5	Ipotesi ergodica. Entropia di Gibbs. Insiemi microcanonico, canonico e gran-canonico. Applicazioni.
5	Teoria delle fluttuazioni di Einstein. Teorema di Wiener-Khintchine.
4	Fenomeni di trasporto. Reversibilità microscopica e relazioni di reciprocità di Onsager.
5	Teoria della risposta lineare. Relazioni di dispersione di Kramers-Kronig. Assorbimento di energia.
4	Moto browniano classico e forze di Langevin. Forze di Langevin quantistiche: interazione tra un oscillatore armonico e una riserva.
4	Teorema fluttuazione-dissipazione.
4	Meccanica statistica di non equilibrio. Equilibrio locale. Equazioni di bilancio. Produzione di entropia. Forze e flussi termodinamici.
2	Teoria della stabilità lineare. Funzionali di Liapunov.
3	Stati stazionari di non equilibrio e loro stabilità in vicinanza dell'equilibrio.
3	Sistemi lontano dall'equilibrio. Instabilità e biforcazioni. Strutture dissipative.
5	Introduzione alle transizioni di fase. Teoria di Landau-Ginzburg. Modello di Ising. Campo medio.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	L.E. Reichl, <i>A Modern Course in Statistical Mechanics</i> , Wiley D. Kondepudi, I. Prigogine, <i>Modern Thermodynamics: from Heat Engines to Dissipative Structures</i> , Wiley C. Kittel, <i>Elementary Statistical Physics</i> , Dover L.D. Landau, E.M. Lifshits, <i>Statistical Mechanics</i> , vol. 1, Pergamon Press C. Cohen Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, <i>Atom-Photon Interactions</i> , Wiley

<b>FACOLTÀ</b>	SCIENZE MM.FF.NN
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011-2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	FISICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	Laboratorio di Fisica Generale
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Sperimentale applicativo
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	15314
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/01
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Simonpietro Agnello Ricercatore Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	78
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	72
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula E e Laboratori di didattica e di ricerca del Dipartimento di Fisica
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, Presentazione di una relazione svolta durante il corso
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi, Idoneità
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Lezioni frontali, Mar-Gio 14:30- 16:30 Esercitazioni in laboratorio Mar-Gio 14:30- 18:00
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Mar 13:00-14:00; Gio 13:00-14:00

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Apprendimento di metodologie di spettroscopia ottica (assorbimento, luminescenza, scattering Raman) ed applicazioni allo studio di sistemi fisici semplici. Sviluppo della capacità di eseguire delle misure spettroscopiche in autonomia e di interpretare i risultati alla luce delle conoscenze teoriche.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Le esperienze di laboratorio mirano a portare gli studenti a raggiungere un livello di autonomia sufficiente per l'uso di strumentazioni di laboratorio e per l'acquisizione di misure su sistemi modello.

##### **Autonomia di giudizio**

Capacità di uso di strumentazione per lo studio delle proprietà ottiche della materia; analisi, critica ed interpretazione dei risultati sperimentali ottenuti.

##### **Abilità comunicative**

Capacità di illustrare le modalità di misura, di spiegare il risultato dell'attività di laboratorio, e di commentare su basi fisiche le misure registrate.

**Capacità d'apprendimento**

Essere in grado, sulla base delle competenze acquisite nel corso, di analizzare ed interpretare i risultati sperimentali ottenuti al fine di ottenere informazioni rilevanti per la comprensione delle proprietà microscopiche dei materiali investigati.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio

<b>MODULO</b>	
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
8	<u>Introduzione alla spettroscopia di assorbimento e luminescenza</u> Attenuazione ottica (legge di Lambert-Beer); coefficiente di assorbimento (cross section). Emissione di luminescenza, definizione di fluorescenza e fosforescenza e legame con l'assorbimento. Transizioni ottiche in sistemi a due livelli: probabilità di transizione indotta e spontanea (coefficienti di Einstein).
8	<u>Cenni sulle proprietà ottiche molecolari.</u> Determinazione dei livelli energetici: stati elettronici e vibrazionali nel modello di coordinate configurazionali. Descrizione dell'attività di assorbimento e luminescenza tramite il diagramma di Jablonski. Allargamento spettrale di una banda ottica: contributi omogenei (allargamento naturale, allargamento dipendente dalla temperatura), contributi inhomogenei. Termini di rilassamento di uno stato eccitato (tempo di vita), emissione radiativa di luminescenza. Dipendenza dalla temperatura dell'efficienza di luminescenza.
4	<u>Cenni di spettroscopia Raman.</u> Scattering elastico ed anelastico. Vibrazioni molecolari e polarizzabilità. Trattazione classica e semiclassica dell'effetto Raman
4	<u>Tecniche sperimentali nelle spettroscopie di assorbimento, luminescenza e scattering raman.</u> Componenti spettroscopici: a) Sorgente di eccitazione (lampade a incandescenza, lampade a scarica, Laser); b) Elementi dispersivi (descrizione del reticolo, potere dispersivo e risolutivo); c) Rivelazione di luce (descrizione del fotomoltiplicatore e del Charge Coupled Device CCD, sensibilità e tempo di risposta). Schema e principio di funzionamento di uno spettrofotometro, uno spettrofluorimetro ed uno spettrometro Raman
	<b>ESERCITAZIONI</b>
16	Acquisizione di spettri di assorbimento ottico attraverso l'uso di uno Spettrofotometro a scansione (effetto della bandwidth, della velocità di scansione, e del tempo di risposta).
16	Acquisizione di spettri di emissione ed eccitazione attraverso l'uso di uno spettrofluorimetro a scansione.
16	Acquisizione di spettri Raman attraverso uno spettrometro a dispersione.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	J.-R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, Third Edition, Springer (2006) D.R. Vij (Ed.), Luminescence of Solids, Plenum, New York (1998) G. Pacchioni, L. Skuja, and D. L. Griscom (Eds.), Defects in SiO <sub>2</sub> and Related Dielectrics: Science and Technology, Kluwer Academic, Dordrecht (2000)

<b>FACOLTÀ</b>	SCIENZE MM.FF.NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/12
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Simulazioni numeriche dei processi fisici
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	06434
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	---
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	MAT/07
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Giovanni Peres Prof. Ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	4 di lezioni, 1 di laboratorio, 1 di esercitazioni
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	90
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	32 + 16 + 12
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula E e laboratorio didattico di informatica, Dip. Fisica – plesso Via Archirafi 36,
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in laboratorio informatico, Esercitazioni in aula
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, soluzione di problemi di simulazione proposti dal docente nel corso dell'anno e discussione degli stessi agli esami
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Consultare il calendario sul sitop del CdS
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Giovedì, 16:00-17:00

**RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Si riferiscono all'insegnamento e non ai singoli moduli che lo compongono.

Vanno espressi utilizzando i descrittori di Dublino

**Conoscenza e capacità di comprensione**

Gli allievi apprendono i fondamenti delle metodologie delle simulazioni numeriche dei fenomeni fisici e comprenderne limiti ed ambiti di applicazione.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Nel corso di prove in itinere e problemi assegnati gli allievi applicano le metodologie a problemi semplici ma efficaci, nei vari ambiti trattati

**Autonomia di giudizio**

Agli allievi e' richiesto accompagnare le simulazioni con stime fisiche, sviluppi autonomi e scelte riguardanti le metodologie da applicare di volta in volta.

**Abilità comunicative**

Parte essenziale delle prove in itinere e prove d'esame e' presentare i risultati delle varie prove svolte nel corso dell'anno in forma scritta e discuterli in forma orale durante l'esame, accompagnandole in alcuni casi con brevi relazioni.

**Capacità d'apprendimento**

Gli allievi utilizzeranno dispense, testi in Inglese, materiale informatico anche disponibile in rete da cui dovranno prepararsi in maniera autonoma.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio

<b>MODULO</b>	<b>DENOMINAZIONE DEL MODULO</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
2	Ripasso di Linux
6	Lezioni su numeri random, pseudorandom, subrandom, randomizzatori, Montecarlo ed applicazioni
6	Introduzione ai metodi di soluzione numerica di eq. diff. alle derivate parziali
5	Lezioni su equazioni paraboliche lineari e non lineari; esempi fisici
6	Equazioni iperboliche, equazioni della fluidodinamica; esempi fisici
2	Equazioni ellittiche; esempi fisici
5	Parallellizzazione, calcolatori paralleli ed MPI
	<b>ESERCITAZIONI</b>
5	Esercitazioni su Linux
6	Esercitazioni su random, pseudorandom, etc.
5	Esercitazioni su equazioni paraboliche lineari e non lineari
6	Esercitazioni su equazioni iperboliche, equazioni della fluidodinamica
6	Esercitazioni con MPI su un problema specifico.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	D. Potter – Computational Physics – J. Wiley and Sons W. Press et al. - Numerical Recipes – Cambridge Univ. Press Richtmyer and Morton – Difference Methods for initial value problems – J. Wiley Interscience Dongarra et al. - MPI – A message passing interface standard – (siti web su MPI-CH) Note del docente

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM. FF. NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011-2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Laboratorio di Astrofisica
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Astrofisico, geofisico e spaziale
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	04149
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	<b>1</b>
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/05
<b>DOCENTE RESPONSABILE (MODULO 1)</b>	Marco Barbera Professore Associato Università degli Studi di Palermo
<b>CFU</b>	3 (lezioni) + 3 (laboratorio)
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	78
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	72
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Le attività di laboratorio vengono svolte presso la sede distaccata del DSFA dell'UNIPA a Palazzo dei Normanni, e presso la X-Ray Astronomy Calibration and Testing Facility dell'INAF-OAPA sita in via G.F. Ingrassia 31 gestita in collaborazione con il DSFA dell'UNIPA.
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali (3 CFU) Esercitazioni di laboratorio (3 CFU)
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Obbligatoria
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Presentazione di una Tesina e Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Secondo il calendario didattico del Corso di Laurea Magistrale
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Da programmare

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Acquisizione delle conoscenze fondamentali sulla strumentazione utilizzata per la rivelazione di radiazione elettromagnetica in Astronomia, ed in particolare nella banda dei raggi X. Conoscenza delle principali caratteristiche tecniche di alcuni strumenti in uso o in fase di sviluppo (ottiche e rivelatori) e capacità di identificare limiti e punti di forza di questi strumenti per un loro utilizzo scientifico in Astronomia.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Capacità di applicare le conoscenze acquisite per progettare e svolgere un programma di osservazioni astronomiche, ad esempio in banda visibile, oppure un programma di misure in laboratorio nell'ambito di un'attività di sviluppo o calibrazione di strumentazione per la rivelazione e focalizzazione di raggi X.

**Autonomia di giudizio**

Capacità di contribuire, nell'ambito di un programma di misure sperimentali, alla scelta dell'apparato sperimentale idoneo, della procedura di misura da adottare e degli algoritmi per l'analisi e l'elaborazione dei dati. Capacità di interpretare i risultati delle misure e le incertezze sperimentali associate.

**Abilità comunicative**

Capacità di presentare con chiarezza e competenza, sia in forma scritta che orale, i risultati ottenuti da un programma di misure o di analisi dati. Capacità di sintesi nell'esposizione e abilità nell'utilizzo di strumenti grafici per la presentazione dei prodotti di un lavoro scientifico.

**Capacità d'apprendimento**

Capacità di studio e approfondimento su libri di testo, su pubblicazioni scientifiche di Astronomia osservativa ed in particolare di strumentazione per la rivelazione di raggi X, e su rapporti tecnici. Capacità di seguire con profitto seminari e conferenze specialistiche nel settore.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO "Laboratorio di Astrofisica II"**

Il corso di Laboratorio di Astrofisica fornisce un'introduzione alle principali tecniche di rivelazione di radiazione elettromagnetica usate in Astronomia nelle varie bande dello spettro elettromagnetico ed una discussione dei parametri principali che caratterizzano le prestazioni della strumentazione utilizzata (area efficace, campo di vista, risoluzione angolare, risoluzione energetica, risoluzione temporale). Successivamente viene posta maggiore attenzione alle tecniche osservative usate in Astrofisica delle alte energie descrivendo in dettaglio le caratteristiche di alcuni tipi di strumentazione in uso o in fase di sviluppo per le future missioni spaziali. In ultimo, vengono fatti alcuni cenni alle tecnologie del vuoto rilevanti per lo sviluppo e la calibrazione della strumentazione per astrofisica delle alte energie.

Le attività di laboratorio sono articolate in due moduli: il primo prevede lo svolgimento di un programma di osservazioni con un telescopio ottico dotato di una camera CCD alloggiato nella Specola della sede distaccata del DSFA a Palazzo dei Normanni, il secondo prevede la partecipazione ad un programma di misure sperimentali con strumentazione per la rivelazione di raggi X presso la XACT facility dell'INAF-OAPA.

<b>MODULO</b>	<b>LABORATORIO DI ASTROFISICA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Astronomia Osservativa: raggi cosmici, radiazione EM, onde gravitazionali.</li> <li>- Assorbimento Atmosferico della radiazione E.M.</li> <li>- Principali caratteristiche di un rivelatore di radiazione E.M. (Efficienza quantica, risoluzione spettrale, risoluzione temporale, risoluzione spaziale, polarizzazione)</li> <li>- Principali caratteristiche di un telescopio (Area efficace, risoluzione angolare).</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veicoli spaziali: palloni, razzi, satelliti</li> <li>- Principali Lanciatori</li> <li>- Satelliti e caratteristiche delle diverse orbite</li> <li>- Misura del tempo, Controllo d'assetto, Puntamento.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interazione radiazione materia nei raggi X</li> <li>- Assorbimento di raggi X in uno strato, coefficiente di attenuazione lineare.</li> <li>- Sezione d'urto fotoelettrico</li> <li>- Indice di rifrazione di una sostanza monoatomica e di un composto chimico</li> <li>- Coefficiente di attenuazione di massa</li> <li>- Utilizzo delle equazioni di Fresnel per il calcolo della riflettività e trasmissività a un'interfaccia a singolo o multi-strato. Utilizzo del software IMD.</li> </ul>

2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sorgenti di raggi X in laboratorio.</li> <li>- La sorgente di raggi X ad impatto di elettroni. Emissione di riga e del continuo.</li> <li>- Sistemi di monocromatizzazione dei raggi X</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rivelatori di raggi X</li> <li>- Il contatore proporzionale a gas;</li> <li>- La piastra a micro canali;</li> <li>- I rivelatori allo stato solido;</li> <li>- I microcalorimetri.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottiche per raggi X</li> <li>- Principi di funzionamento: Riflessione totale, Diffrazione di Bragg e di Laue, Maschere codificate.</li> <li>- Geometrie: Kirkpatrick-Baez, Wolter, doppio cono, Spirale, Lobster eye</li> <li>- Tecnologie: politura diretta, replica, fogli sottili, micropori di Si, film plastici</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il laboratorio XACT e le sue principali componenti: sorgente di raggi X a impatto di elettroni, sistema da vuoto, rivelatori di raggi X (contatore proporzionale a gas, piastra a microcanali, rivelatore allo stato solido Si PIN). Utilizzo e controllo di questi strumenti.</li> </ul>
2	<p>Tecnologie del vuoto. Regime viscoso e molecolare. Velocità di pompaggio, throughput, conduttanza. Contributi principali di gas in regime di alto e ultra alto vuoto. Pompe da vuoto, misuratori di pressione, cercafughe, sonda a quattro poli.</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Astronomia Ottica Osservativa</li> <li>- Fotometria differenziale e assoluta.</li> <li>- Funzionamento e calibrazione di un CCD ottico.</li> <li>- Scelta di un programma di osservazione</li> <li>- Ricerca delle sorgenti su cataloghi e verifica della osservabilità delle sorgenti selezionate (magnitudine, ampiezza di variabilità, sito osservativo, data di osservazione, etc.).</li> <li>- Ricerca di stelle standard per le sorgenti osservabili selezionate.</li> <li>- Stime dei tempi di esposizione delle sorgenti e delle standard.</li> <li>- Introduzione all'analisi delle immagini CCD.</li> </ul>
	ESERCITAZIONI
48	<p>1. Laboratorio di Astronomia ottica</p> <p>Svolgimento di un programma di osservazioni fotometriche al Telescopio Celestron C14 dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo. Studio di sorgenti variabili o fotometria assoluta di ammassi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Scelta delle sorgenti campione e delle sorgenti di riferimento e determinazione dei tempi di esposizione in funzione delle caratteristiche strumentali, del sito di osservazione e del periodo dell'anno disponibile per lo svolgimento del programma;</li> <li>1.2 Svolgimento del programma di taratura dello strumento e osservazione delle stelle selezionate;</li> <li>1.3 Analisi dei dati e confronto con i dati pubblicati in letteratura.</li> </ul> <p>2 Laboratorio di Astronomia X</p> <p>Partecipazione ad un programma di misure sperimentali presso la XACT facility dell'INAF-OAPA nell'ambito delle attività di ricerca in corso.</p>

	<p>2.1 Analisi dell'apparato sperimentale e definizione della tecnica di misura da utilizzare in ragione della quantità da calibrare (trasmissività di materiali, efficienza di rivelazione, risoluzione energetica, capacità d'immagine ed area efficace di ottiche per raggi X, etc.);</p> <p>2.2 Programma di misure e analisi dei dati..</p>
<p><b>TESTI CONSIGLIATI</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C.R. Kitchin, 'Astrophysical Techniques', Third Edition 1998, Institute of Physics Publishing, Bristol, UK.</li> <li>- A.G. Michette and C.J. Buckley, 'X-Ray Science and Technology', 1993, Institute of Physics Publishing, Bristol, UK.</li> <li>- G.W. Fraser, 'X-ray Detectors in Astronomy', 1989, Cambridge University Press.</li> <li>- M.V. Zombeck, 'Handbook of Space Astronomy &amp; Astrophysics', Third Edition, 2007, Cambridge Univ. Press.</li> <li>- D.L. Windt, 'IMD – Software for Modeling the Optical Properties of Multilayer Films', 1998 (disponibile sul sito WEB <a href="http://www.bell-labs.com/user/windt">www.bell-labs.com/user/windt</a>)</li> <li>- N. Harris, 'Modern Vacuum Practise', 1989, McGraw-Hill Book Company.</li> <li>- J.H.Moore, C.C.Davis, M.A.Coplan, 'Building Scientific Apparatus', Second Edition, 1989, Addison-Wesley Publishing Company Inc.</li> </ul>

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM.FF.NN
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Fisica dell'Universo
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Astrofisico, Geofisico, Spaziale
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	13771
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/05
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Natale Robba Professore Ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Primo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula E presso il DSFA via Archirafi, 36
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, seminari
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Giorni e orario delle lezioni stabilite nel calendario delle lezioni del Corso di Laurea
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Martedì, Giovedì: 13.00 – 14.00

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Si riferiscono all'insegnamento e non ai singoli moduli che lo compongono.  
Vanno espressi utilizzando i descrittori di Dublino

#### **Conoscenza e capacità di comprensione:**

- Conoscere: i) le caratteristiche principali dei raggi cosmici e i meccanismi di interazione con il vento solare, e con l'atmosfera terrestre; ii) i processi fisici che portano alla formazione degli elementi chimici; iii) gli stati finali dell'evoluzione stellare, le condizioni fisiche che determinano la formazione degli oggetti collassati (nane bianche, stelle di neutroni, buchi neri) e le principali caratteristiche fisiche di questi oggetti; test di relatività generale.
- Essere in grado di conoscere e comprendere il contenuto di pubblicazioni scientifiche riguardanti tali tematiche.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:**

Sapere utilizzare e applicare le conoscenze acquisite nella soluzione di semplici problemi.

#### **Autonomia di giudizio:**

Essere in grado di analizzare e affrontare autonomamente gli aspetti fondamentali di problemi

scientifici riguardanti le conoscenze acquisite sopra descritte.

**Abilità comunicative:**

Capacità di enucleare, mettere a fuoco ed esporre con chiarezza e linguaggio appropriato, anche ad un pubblico non esperto, gli aspetti essenziali di un argomento specifico riguardante le conoscenze acquisite.

**Capacità d'apprendimento:**

Capacità di approfondire autonomamente, attraverso la consultazione di pubblicazioni scientifiche proprie del settore, argomenti specialistici riguardanti le conoscenze acquisite nel corso e seguire corsi specifici nell'ambito di dottorati di ricerca e master di secondo livello, e seminari specialistici.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio

MODULO	FISICA DELL'UNIVERSO	
ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI	
4	RICHIAMI DI FISICA NUCLEARE: energia di legame; decadimento $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ; processo di fusione nucleare; interazioni nucleari, spallation.	
10	RAGGI COSMICI: Sciami elettromagnetici (richiami processi di ionizzazione & bremsstrahlung) sciami nucleari; particelle di alta energia nell'atmosfera. Spettro in energia dei R.C.; abbondanze universali degli elementi; R.C. di alta energia, gli sciami estesi, lo spettro.	
10	VENTO SOLARE E R.C.: Il vento solare; influenza del vento solare sul flusso dei R.C.; conduttività elettrica di un plasma completamente ionizzato; flux freezing; la magnetosfera terrestre; dinamica di una carica in un campo magnetico uniforme e statico; dinamica di una carica in un campo magnetico lentamente variabili; invarianti adiabatici. Coefficiente di diffusione per particelle di alte energie diffuse dalle irregolarità del campo magnetico; fasce di van Allen; aurore boreali.	
8	FUSIONE NUCLEARE, NUCLEO SINTESI STELLARE E FORMAZIONE DEGLI ELEMENTI: formula di Gamow; fusione degli elementi leggeri Li, Be, B; fusione p-p (PPI, PPII, PPIII); ciclo CNO; ciclo 3 $\alpha$ ; cicli del C, O, Si; processi s, r, p.	
12	FASI FINALI DELL'EVOLUZIONE STELLARE E FORMAZIONE DI OGGETTI COLLASSATI: formazione delle nane bianche; supernovae; limite di Chandrasekhar; struttura interna delle nane bianche; stelle di neutroni; struttura interna delle stelle di neutroni; radio pulsar; buchi neri; buco nero non ruotante, metrica Schwarzschild; buco nero ruotante, metrica di Kerr.	
4	TEST DI RELATIVITA': test storci; la doppia pulsar e la misura dei parametri post Kepleriani.	
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	M.S. LONGAIR CASTELLANI  R. BOWERS & T. DEEMING L. GRATTON D.R. LORIMER	High Energy Astrophysics vol 1 & 2 Fondamenti di Astronomia Stellare <a href="http://www.mporzio.astro.it/~marco/AstrofisicaStellare/">http://www.mporzio.astro.it/~marco/AstrofisicaStellare/</a> Astrophysics I Stars Introduzione all'astrofisica Binary and Millisecond Pulsars <a href="http://www.livingreviews.org/lrr-2008-8">http://www.livingreviews.org/lrr-2008-8</a>

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM.FF.NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2010-2011
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Corso di Laurea Magistrale in Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Fisica degli Stati Condensati
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Sperimentale applicativo
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	15315
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/01
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Roberto Boscaino - Professore ordinario Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	I
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Da definire
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Seminari.
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Relazione ed Esame orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Secondo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Secondo il calendario didattico del Corso di Laurea Magistrale
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Giorni e orari di ricevimento: venerdì dalle 15 alle 16

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Conoscenza approfondita delle principali proprietà strutturali degli stati condensati. Capacità di descrivere le proprietà fisiche dei solidi e dei liquidi attraverso modelli statistici.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Capacità di applicazione dei modelli descrittivi delle proprietà microscopiche di un solido per analizzare le proprietà dei materiali (semiconduttori, magnetici, amorfi) e spiegare i fenomeni macroscopici.

##### **Autonomia di giudizio**

Capacità di valutare autonomamente e criticamente le approssimazioni che stanno alla base dei modelli fisici che descrivono la materia condensata e valutare di conseguenza i limiti di applicabilità, e di estensione ad altre situazioni fisiche, di tali modelli..

##### **Abilità comunicative**

Capacità di predisporre elaborati scritti in cui vengono presentati in modo chiaro e rigoroso i risultati ottenuti e capacità di discussione degli stessi in forma orale e/o con l'ausilio di strumenti informatici.

##### **Capacità di apprendimento**

Capacità di apprendere nuovi concetti di fisica con grande attenzione alla fenomenologia.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL CORSO**

Possedere una buona conoscenza della fenomenologia degli stati condensati e dei modelli che descrivono le interazioni microscopiche che determinano tale fenomenologia.

Oltre a questo obiettivo specifico il corso si propone di contribuire al raggiungimento degli obiettivi formativi più generali previsti nel regolamento didattico del corso di laurea magistrale in Fisica.

<b>MODULO</b>	<b>FISICA DEGLI STATI CONDENSATI</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
4	I SEMICONDUTTORI :Struttura cristallina e legame covalente; Semiconduttori intrinseci ed estrinseci
6	I SEMICONDUTTORI : Vibrazioni reticolari e fononi; Trasporto di carica nei semiconduttori
2	I SEMICONDUTTORI: Strutture P-N, P-N-P, J-FET, MOS
3	MATERIALI AMORFI: LA SILICE : Struttura
3	MATERIALI AMORFI: LA SILICE : Temperatura fittiva
5	MATERIALI AMORFI: LA SILICE Difetti e impurezze
2	MATERIALI AMORFI: LA SILICE Proprieta' chimiche, meccaniche, ottiche, elettriche
2	MATERIALI AMORFI: LA SILICE : Assorbimento intrinseco
6	MATERIALI MAGNETICI: Magnetismo nei solidi. Diamagnetismo e paramagnetismo.
5	MATERIALI MAGNETICI: Ordine ferromagnetico e antiferromagnetico. Onde di spin. Domini magnetici.
10	MATERIALI INNOVATIVI : In forma seminariale - I temi saranno scelti a seconda di specifici interessi degli studenti
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	M. Guzzi – Principi di Fisica dei Semiconduttori. C. Kittel - <i>Introduzione alla Fisica dello Stato solido</i> , N.W. Ashcroft - <i>Solid State Physics</i>

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM.FF.NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Astrofisica
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Astrofisico, Geofisico e Spaziale
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	01500
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	-
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/05
<b>DOCENTE RESPONSABILE (MODULO 1)</b>	Fabio Reale Professore Associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Secondo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula, Dipartimento di Fisica, sede Piazza Parlamento 1
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Obbligatoria
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, che può comprendere anche una presentazione seminariale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Mar. 15-17, Gio. 15-17
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Mar. 17-18, Gio. 17-18

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Competenze di base, incluse impostazioni matematiche, su fisica delle atmosfere stellari, del plasma e della radiazione otticamente sottile

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Le competenze sono preparatorie ad approfondimenti di ricerca in campo astrofisico.

##### **Autonomia di giudizio**

Valutazione autonoma di uno spettro stellare e delle sue componenti, impostazione di problemi riguardo la Fisica del plasma

##### **Abilità comunicative**

Acquisizione di linguaggio astrofisico attraverso interazione diretta e presentazione seminariale da parte dello studente in sede di esame

##### **Capacità d'apprendimento**

Capacità e strumenti per intraprendere percorsi di ricerca e approfondimento nell'ambito di molte problematiche astrofisiche

#### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Il corso si propone di fornire allo studente competenze riguardo argomenti di Astrofisica adeguati al livello della Laurea Specialistica in Fisica.

<b>MODULO</b>	<b>ASTROFISICA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
24	Fisica delle atmosfere stellari: stime di temperatura delle stelle, trasferimento ed equilibrio radiativo, la funzione sorgente, atmosfera grigia, il coefficiente di assorbimento, teoria della formazione delle righe spettrali, le righe dell'idrogeno, la curva di crescita
12	Fisica del plasma: generalita', plasmi come fluidi, idrodinamica, fronti d'urto, moti e oscillazioni a singola particella, onde nei plasmi, cenni di fisica del plasma coronale
12	Spettroscopia di plasmi otticamente sottili: emissione continua e da righe, equilibrio di ionizzazione, modelli di emissivita', assorbimento, cenni su rivelatori, tecniche di analisi e diagnostica, deviazioni dall'approssimazione coronale
	<b>ESERCITAZIONI</b>
0	Non sono previste esercitazioni
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- E. Boehm-Vitense, Introduction to Stellar Astrophysics: Vol.2, Stellar Atmospheres, Cambridge: Cambridge University Press</li> <li>- A. R. Choudhuri, The Physics of Fluids and Plasmas – An introduction for Physicists, Cambridge : Cambridge University Press</li> <li>- L. Golub, J. M. Pasachoff, The solar corona, Cambridge : Cambridge University Press</li> <li>- J. van Paradijs &amp; A.M. Bleeker eds., X-ray Spectroscopy in Astrophysics, Berlin: Springer-Verlag</li> </ul>

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM.FF.NN
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Astrofisica delle Alte Energie e laboratorio
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Sperimentale applicativo
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	15536
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/01
<b>DOCENTE RESPONSABILE (MODULO 1)</b>	Rosario Iaria Ricercatore Università di Palermo
<b>CFU</b>	5+1
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	94
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	56
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Secondo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Presso Aula E del DiFi via Archirafi, 36
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali / Seminari / Laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Secondo il calendario didattico del Corso di Laurea Magistrale
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Da programmare

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Conoscere la fisica e le caratteristiche fondamentali dei processi di accrescimento in sistemi binari X.

Essere in grado di comprendere il contenuto di pubblicazioni scientifiche riguardanti tali tematiche.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Sapere utilizzare e applicare le conoscenze acquisite nella soluzione di problemi e analisi di dati.

##### **Autonomia di giudizio**

Essere in grado di valutare i risultati scientifici di studi riguardanti i processi di accrescimento in sistemi binari X.

##### **Abilità comunicative**

Capacità di enucleare, mettere a fuoco ed esporre con chiarezza e linguaggio appropriato, anche a un pubblico non esperto, gli aspetti essenziali di uno specifico argomento riguardante le conoscenze acquisite.

**Capacità d'apprendimento**

- Capacità di approfondire autonomamente mediante la consultazione di pubblicazioni scientifiche proprie del settore argomenti specialistici riguardanti le conoscenze acquisite.
- Capacità di seguire corsi d'approfondimento nell'ambito di dottorati di ricerca e seminari specialistici nel settore.

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio

<b>MODULO</b>	<b>ASTROFISICA DELLE ALTE ENERGIE E LABORATORIO</b>	
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>	
5	Le leggi di Keplero: orbite chiuse e aperte, parametri kepleriani, lobo di Roche, relazioni fra parametri orbitali, momento angolare del sistema.	
6	Formazione ed evoluzione dei sistemi binari X di alta massa.	
8	Disco d'accrescimento: formulazione di Pringle, dischi SS, spettro di emissione, struttura di un disco stazionario sottile, cenni sui dischi ADAF.	
8	Comptonizzazione ed equazione di Kompaneets. Riflessione da disco e riga relativistica.	
13	Caratteristiche dei sistemi binari HMXB e LMXB.	
16	<b>Laboratorio – Il caso della sorgente 4U 1822-371</b>	
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	J. FRANK, A. KING , D. RAINE M.S. LONGAIR M.S. LONGAIR H. BRADT F. VERBUNT	Accretion Power in Astrophysics High Energy Astrophysics vol. 1 High Energy Astrophysics vol. 2 Astrophysics Processes Origin and Evolution of X-ray Binaries and Binary Radio Pulsars

<b>FACOLTÀ</b>	SCIENZE MM. FF. NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011-2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	FISICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	Fisica dei Biosistemi
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	-
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	03264
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	1
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/07
<b>DOCENTE TITOLARE</b>	Grazia Cottone Ricercatore confermato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	94
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	56
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula (da definire) del DSFA, Laboratori didattici del DSFA
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni laboratorio computazionale
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Obbligatoria
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Presentazione di una tesina, Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Secondo il calendario didattico del Corso di Laurea Magistrale
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Lunedì 15:30-17.30

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Acquisizione di conoscenze approfondite di fisica dei biosistemi, in particolare la dinamica delle proteine, e delle principali tecniche sperimentali e modelling teorico per l'indagine della struttura, funzione e dinamica delle proteine. Capacità di intuire le analogie tra situazioni diverse così da poter adattare al problema di interesse soluzioni sviluppate in contesti fenomenologici diversi.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Applicazione del metodo scientifico ad un ampio spettro di problemi di biofisica. Sviluppo della propensione al "problem solving" attraverso una continua esposizione a quesiti, discussioni, problemi. Capacità di riflessione critica sui testi proposti in aula per lo studio di casi di ricerca e di applicazione.

##### **Autonomia di giudizio**

Sviluppo della capacità di autonomia attraverso l'abitudine ad applicare i concetti e le tecniche di fisica a problemi di ricerca in biofisica.

##### **Abilità comunicative**

Sviluppo della capacità di comunicare in forma orale e scritta informazioni, idee, problemi e soluzioni. Capacità di esporre i risultati di studi biofisici anche ad un pubblico non esperto. Essere

in grado di sostenere l'importanza ed evidenziare le ricadute degli studi scientifici analizzati.

### **Capacità d'apprendimento**

Capacità di approfondire i concetti esposti durante il corso tramite studio su testi diversi. Capacità di aggiornamento con la consultazione delle pubblicazioni scientifiche proprie del settore della materia. Capacità di intraprendere, utilizzando le conoscenze acquisite nel corso, studi futuri con un sufficiente grado di autonomia

### **OBIETTIVI FORMATIVI DELL'INSEGNAMENTO**

Il corso introduce i concetti di base della relazione struttura-dinamica-funzione delle proteine e interazione con solvente. Verranno richiamate alcune tecniche sperimentali più utilizzate nel campo della biofisica. Verranno poi illustrati algoritmi e metodi computazionali utilizzati nel campo della fisica dei biosistemi, con particolare attenzione alle simulazioni di dinamica molecolare di equilibrio e non equilibrio di peptidi e proteine globulari e di membrana in soluzione acquosa, e a metodi avanzati di sampling accelerato del panorama energetico proteina-solvente.

<b>CORSO</b>	<b>FISICA DEI BIOSISTEMI</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
16	Approcci sperimentali allo studio delle biomolecole: tecniche spettroscopiche e strutturali
8	Relazione struttura-dinamica-funzione delle proteine ed interazione col solvente: panorama energetico, sottostati conformazionali, fluttuazioni di equilibrio e non equilibrio (rilassamenti conformazionali).
10	Approcci teorico-computazionali allo studio delle biomolecole in acqua e/o co-solventi. Dinamica Molecolare classica di equilibrio e non equilibrio, metodi avanzati di sampling del panorama energetico proteina-solvente.
2	Aggregazione di peptidi e proteine amiloidi
2	Scattering di neutroni e applicazioni in biofisica
2	Spettroscopia dielettrica e applicazioni in biofisica
	<b>ESERCITAZIONI</b>
16	Introduzione alle simulazioni di Dinamica Molecolare di sistemi di interesse biologico: semplici case studies coi codici NAMD/VMD
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<b>Protein physics: a course of lectures</b> , A. V. Finkelstein, O. B. Ptitsyn <b>Principles of Physical Biochemistry</b> , K. E. van Holde, C. Johnson, P.S. Ho <b>Biophysical Chemistry</b> , C.R. Cantor, P. R. Schimmel <b>Articoli scientifici su riviste</b>

<b>FACOLTÀ</b>	SCIENZE MM.FF.NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/12
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Teoria Dei Campi
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Caratterizzante
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	Teorico e dei fondamenti della Fisica
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	07382
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/02
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Giuseppe Compagno, Professore Associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	56
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	Secondo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula C/F
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, Presentazione Tesina
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Come da calendario del corso di Laurea
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Lunedì 15/16 Mercoledì 15/16

#### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Padronanza dei concetti chiave della teoria Campi, conoscenza della dinamica dei campi quantistici e padronanza delle tecniche matematiche necessarie alla loro analisi.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

capacità di applicare le conoscenze acquisite a problemi nei campi della fisica degli stati condensati, della fisica matematica, dell'ottica quantistica.

##### **Autonomia di giudizio**

Capacità di valutare le tecniche più idonee per affrontare nuovi problemi

##### **Abilità comunicative**

Capacità di spiegare ad un pubblico non specialistico i concetti chiave della teoria dei campi e della meccanica quantistica. Capacità di tenere brevi seminari semispecialistici

##### **Capacità d'apprendimento**

capacità di affrontare la lettura della letteratura specialistica

#### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

- Preparazione culturale alla teoria quantistica dei campi
- una elevata preparazione scientifica ed operativa nelle varie discipline fisiche in cui si

applicano metodi di teoria dei campi;

- capacità di utilizzare le conoscenze acquisite per la modellizzazione di sistemi complessi nel campo delle scienze applicate;

<b>MODULO</b>	<b>TEORIA DEI CAMPI</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
32	Relatività e teoria dei campi quantistici: quantizzazione e lagrangiane relativistiche
	Formulazione in termini di Path-integrals
	Teoria delle perturbazioni e diagrammi di Feynman in QED
	Rottura spontanea di simmetria
	Teoria elettrodebole
	Invarianza di gauge e rinormalizzazione
	Teorie di campo e fenomeni collettivi: teoria di Ginzburg-Landau
	Teorie di campo effettive
	<b>ESERCITAZIONI</b>
24	Sugli argomenti delle lezioni frontali
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	M. Maggiore, A Modern Introduction to Quantum Field Theory, Oxford University Press E. Mandl, G. Shaw, Quantum Field Theory, Wiley and Sons A. Zee, Quantum field theory ,Priceton University Press

<b>FACOLTÀ</b>	Scienze MM.FF.NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011/2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica (Codice: 2020)
<b>INSEGNAMENTO</b>	Laboratorio di Fisica della Materia
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	04196
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	1
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/01
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	Aurelio Agliolo Gallitto Professore Associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	78
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	72
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Vedi Manifesto degli Studi
<b>ANNO DI CORSO</b>	Secondo
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Dipartimento di Fisica, via Archirafi 36, Palermo
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni Frontali Esperimenti in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Discussione delle relazioni di laboratorio
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in Trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo Semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Vedi Calendario delle Lezioni
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Giovedì dalle ore 16:00 alle 18:00 e su appuntamento

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Capacità di uso di strumentazione scientifica, analisi ed interpretazione di risultati di esperimenti riguardanti la fisica della materia

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Le esercitazioni svolte mirano a portare gli allievi a raggiungere un livello di autonomia sufficiente alla realizzazione di esperimenti riguardanti la fisica della materia, all'analisi e all'interpretazione di risultati sperimentali.

##### **Autonomia di giudizio**

Raggiungimento delle competenze necessarie per valutare autonomamente il proprio grado di preparazione riguardanti le attività svolte.

##### **Abilità comunicative**

Capacità di illustrare i fenomeni fisici riguardanti la fisica della materia e di spiegare i risultati degli esperimenti in modo chiaro e corretto.

##### **Capacità d'apprendimento**

Essere in grado, sulla base delle competenze acquisite nel corso, di affrontare nuovi problemi con un approccio rigoroso e proporre quindi nuovi esperimenti.

### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Le lezioni frontali forniranno una solida preparazione su alcuni aspetti della fisica della materia. Le attività di laboratorio consentirà agli studenti di realizzare esperimenti riguardanti la fisica della materia e consentirà di acquisire una buona padronanza del metodo scientifico per affrontare e proporre nuove esperienze.

<b>MODULO</b>	<b>LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
8	Metodi di interfacciamento strumenti-computer; programmazione ad oggetti per il controllo e l'acquisizione automatica di strumentazione di laboratorio
8	Cavità risonanti a frequenze di microonde
8	Proprietà elettromagnetiche dei superconduttori
	<b>ESPERIENZE DI LABORATORIO</b>
48	Gli studenti eseguiranno delle esperienze di laboratorio riguardanti alcuni argomenti trattati nel corso. Le esperienze saranno svolte nei laboratori di ricerca del DiFi sotto la supervisione del docente e dal responsabile del laboratorio. Dopo ciascun esperimento, gli studenti prepareranno una relazione scritta sui risultati ottenuti.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Hessel, Visual Programming with HP VEE, Prentice-Hall Inc. (Upper Saddle River, New Jersey)</li> <li>• C.P. Poole, Electron Spin Resonance A Comprehensive Treatise on Experimental Techniques, Dover Publications, Inc. (1996).</li> <li>• A. C. Rose-Innes, E. H. Rhoderick, Introduction to Superconductivity, Pergamon Press (1969)</li> <li>• V. V. Schmidt, The Physics of Superconductors, Springer (1997).</li> <li>• Dispense curate dal docente</li> </ul>

<b>FACOLTÀ</b>	SCIENZE MM. FF. NN
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011 - 2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	FISICA
<b>INSEGNAMENTO</b>	Meccanica Quantistica Avanzata
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	15316
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/03
<b>DOCENTE RESPONSABILE (MODULO 1)</b>	Emilio Fiordilino Professore associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	102
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	48
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula F
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Facoltativa
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Secondo il calendario didattico del Corso di Laurea Magistrale
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Contattare il docente

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

Gli studenti apprenderanno; teoria della diffusione indipendente e dipendente dal tempo; equazione di Klein Gordon, equazione di Dirac, seconda quantizzazione; il gruppo di Lorentz.

**Conoscenza e capacità di comprensione:** Gli studenti conosceranno i concetti della meccanica quantistica avanzata in modo approfondito e saranno in grado senza eccessivo sforzo di intraprendere studi in campi di frontiera della teoria quantistica.

**Capacità di applicare conoscenza e comprensione:** Lo studente saprà applicare la teoria in modo quantitativo e di seguire calcoli complessi in modo completo

**Autonomia di giudizio:** Alla fine del corso lo studente saprà in modo autonomo scegliere i percorsi di approfondimento della teoria quantistica e saprà giudicare lo stato della propria maturità nello studio successivo della materia e nell'attività di ricerca.

**Abilità comunicative:** La capacità di comunicazione di quanto appreso sarà curata in modo particolare con interventi alla lavagna degli studenti

**Capacità d'apprendimento:** Lo studente dovrà essere in grado di autogiudicare lo stato del proprio apprendimento e di saper trovare testi e canali di approfondimento che ritiene utili alla propria preparazione e all'attività di ricerca

#### **OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Riportati nel Regolamento Didattico del Corso di Studio

<b>MODULO</b>	<b>MECCANICA QUANTISTICA AVANZATA</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
5	Introduzione alla teoria dei gruppi: gruppi SO(3) e SU(2). Cenni di teoria dei gruppi di Lie. Rappresentazione dei gruppi
6	Gruppo di Lorentz e di Poincaré. Loro rappresentazione
6	Teorema di Noether, Densità di Lagrangeana, leggi di conservazione
10	Seconda quantizzazione; Elettrodinamica quantistica nella gauge di Coulomb; quantizzazione nella gauge di Lorentz
5	Equazione di Klein-Gordon e di Dirac
16	Teoria delle collisioni: funzione di Green, sezione d'urto, approssimazione di Born onde parziali.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg: Photons & Atoms P. Roman: Advanced Quantum mechanics J. Sakurai: advanced Quantum Mechanics

<b>FACOLTÀ</b>	SCIENZE MM. FF. NN.
<b>ANNO ACCADEMICO</b>	2011-2012
<b>CORSO DI LAUREA MAGISTRALE</b>	Fisica
<b>INSEGNAMENTO</b>	Biofisica con laboratorio
<b>TIPO DI ATTIVITÀ</b>	Affine
<b>AMBITO DISCIPLINARE</b>	-
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	15318
<b>ARTICOLAZIONE IN MODULI</b>	NO
<b>NUMERO MODULI</b>	1
<b>SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI</b>	FIS/07
<b>DOCENTE TITOLARE (MODULO 1)</b>	Antonio Emanuele Professore associato Università di Palermo
<b>CFU</b>	6
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	78
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE</b>	72
<b>PROPEDEUTICITÀ</b>	Nessuna
<b>ANNO DI CORSO</b>	II
<b>SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI</b>	Aula (da definire) del DSFA, Laboratori didattici del DSFA
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, Esercitazioni in laboratorio
<b>MODALITÀ DI FREQUENZA</b>	Obbligatoria esclusivamente per le esercitazioni in laboratorio
<b>METODI DI VALUTAZIONE</b>	Prova Orale, Relazioni sulle attività di laboratorio
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	Primo semestre
<b>CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE</b>	Secondo il calendario didattico del Corso di Laurea Magistrale
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	Prof. A. Emanuele: Mercoledì 16:30-18.30

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Gli studenti acquisiscono:

la conoscenza della struttura delle proteine e delle interazioni e della termodinamica di sistemi contenenti proteine;

una estesa familiarità con il metodo scientifico di indagine e con la sua applicazione, anche in forma originale, a sistemi biologici di interesse fisico;

competenze operative e di laboratorio nell'ambito della spettroscopia ad alto livello di specializzazione.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Gli studenti sono in grado di operare professionalmente in laboratori di biofisica sia nell'ambito della ricerca scientifica sia nel ambito del supporto scientifico alle attività industriali, mediche, sanitarie e concernenti l'ambiente, il risparmio energetico ed i beni culturali.

##### **Autonomia di giudizio**

Le prove di laboratorio, indirizzate al lavoro di gruppo e alla stesura di relazioni scritte, sono svolte in condizioni di guida minima per garantire una elevata autonomia degli studenti nella gestione di

situazioni complesse.

### **Abilità comunicative**

Gli studenti acquisiscono la capacità di elaborare report scientifici completi della attività di laboratorio svolta anche in forma collaborativa (attività in gruppo).

### **Capacità d'apprendimento**

L'attività di laboratorio svolta permette di acquisire:

la capacità di studiare in modo autonomo un nuovo problema, spesso cercando da sé nuove fonti di informazione e documentazione;

la capacità di affrontare e risolvere i problemi ordinari della attività di laboratorio in ambito biofisico.

### **OBIETTIVI FORMATIVI DELL'INSEGNAMENTO**

L'insegnamento si propone di fornire le conoscenze e le abilità necessarie per lo svolgimento di una attività di laboratorio in ambito biofisico. In particolare, queste conoscenze e abilità si riferiscono alle tecniche di preparazione e manipolazione dei campioni biologici e alle tecniche e alla strumentazione scientifica per l'indagine spettroscopica in ambito biofisico.

<b>MODULO</b>	<b>BIOFISICA CON LABORATORIO</b>
<b>ORE FRONTALI</b>	<b>LEZIONI FRONTALI</b>
24	Proprietà Conformazionali e Funzionali di Macromolecole Biologiche: struttura primaria, secondaria e terziaria delle proteine, interazioni intramolecolari e con il solvente. Denaturazione e folding delle proteine. Elementi di Termodinamica delle Soluzioni e di Cinetica Chimica. Energia di attivazione, teoria collisionale e teoria dello stato di transizione. Interazione di piccole molecole con le Proteine: reazione Proteina-Legante. Cooperatività nel processo di reazione col legante: proteine allosteriche. Modelli teorici. Cinetiche enzimatiche. Attrezzature e tecniche generali del laboratorio di Fisica Biologica: bilancia analitica, pH-metri, contenitori e utensili vari. Preparazione di campioni: diluizione, filtrazione, ultrafiltrazione, centrifugazione. Cromatografia liquida su colonna. Assorbimento ottico, Light scattering,
	<b>LABORATORIO</b>
48	Preparazione di soluzioni tampone, preparazione di soluzioni di proteine, determinazione del raggio idrodinamico di nanoparticelle in soluzione. Misure di scattering e/o dicroismo circolare su proteine in soluzione.
<b>TESTI CONSIGLIATI</b>	<b>Protein physics: a course of lectures</b> , A. V. Finkelstein, O. B. Ptitsyn <b>Principles of Physical Biochemistry</b> , K. E. van Holde, C. Johnson, P.S. Ho <b>Biophysical Chemistry</b> , C.R. Cantor, P. R. Schimmel Manuali di uso e manutenzione della strumentazione (bilancia analitica, pH-metro, termostato, termometro con sonda Pt-100, centrifuga, diffrattometro ottico, spettrometro CD) Charles S. Johnson and Don A. Gabriel, <b>Laser Light Scattering</b> , Dover Classics of Science & Mathematics, Dover Publications Inc. B. Berne and R. Pecora, <b>Dynamic Light Scattering</b> , Dover Publications Inc. Charles R. Cantor and Paul R. Schimmel <b>Biophysical Chemistry: Techniques for the Study of Biological Structure and Function Pt. 2</b> , W.H.Freeman & Co Ltd