

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN FISICA Parte Generale

Università	Università degli Studi di GENOVA
Classe	LM-17 - Classe delle lauree magistrali in FISICA
Nome del corso	FISICA
Indirizzo internet del corso di Laurea	http://www.fisica.unige.it/Laurea
Facoltà di riferimento del corso	SCIENZE MATEMATICHE FISICHE NATURALI
Sede amministrativa del corso	GENOVA (GE)

Art. 1 - Premessa e ambito di competenza

Il presente Regolamento Didattico, in conformità allo Statuto e al Regolamento Didattico di Ateneo (RDA), disciplina gli aspetti organizzativi dell'attività didattica del Corso di Laurea Magistrale in Fisica (Classe LM-17: Fisica), nonché ogni diversa materia ad esso devoluta da altre fonti legislative e regolamentari.

Il Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Fisica, ai sensi dell'articolo 19, comma 3 del RDA, parte generale, è approvato dalla competente struttura didattica, il Consiglio dei Corsi di Studio (CCS), a maggioranza dei componenti e sottoposto all'approvazione dei consigli delle Facoltà di afferenza, in conformità con l'ordinamento didattico riportato nella parte speciale del RDA.

Art. 2 - Requisiti di ammissione e modalità di verifica

Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Fisica ex DM 270/04 devono essere in possesso di Laurea conseguita in Italia (Laurea triennale ex DM 509/99 oppure ex DM 270/04; Laurea specialistica o Magistrale a ciclo unico ex DM 509/99 oppure ex 270/04; Laurea di almeno quattro anni secondo un ordinamento antecedente il DM 509/99) ovvero di altro titolo conseguito all'estero, riconosciuto idoneo in base alla normativa vigente.

È possibile l'iscrizione con riserva, purché la Laurea venga comunque conseguita entro il 31 marzo del successivo anno solare e purché, entro la data fissata ogni anno dalla Facoltà di Scienze MFN (di norma in ottobre, immediatamente precedente l'inizio delle lezioni), lo studente abbia già acquisito tutti i CFU previsti dal suo piano degli studi tranne un numero limitato che verrà deciso di anno in anno e reso noto con il Manifesto degli Studi.

È inoltre necessario possedere i requisiti curriculari minimi di accesso e un'adeguata preparazione individuale, al fine di poter seguire con profitto gli studi, come richiesto dalla legge (Art. 6, comma 2, del DM 270/04). A tal fine sono richieste conoscenze e competenze di base nelle seguenti discipline: algebra, geometria, analisi matematica, fisica classica, laboratorio di fisica generale, fisica moderna, micro-fisica, chimica e informatica. Il possesso di tali conoscenze e competenze sarà verificato attraverso le procedure indicate nel seguito.

Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Fisica ex DM 270/04

1

Approvato dal CCS di fisica il 26 marzo 2010

Approvato dal CdF di Scienze MFN il 29 marzo 2010

Il Corso di Laurea Magistrale in Fisica non è a numero chiuso.

Coloro che intendono richiedere l'ammissione devono inviare la documentazione richiesta nelle forme, nei tempi e nei modi stabiliti dalla Facoltà di Scienze MFN e resi noti con il Manifesto degli Studi al fine di permettere la valutazione dei requisiti curriculari e dell'adeguata preparazione.

Requisiti Curriculari

I requisiti curriculari sono considerati soddisfatti se e solo se il candidato ha acquistato i seguenti Crediti Formativi Universitari (CFU) nei settori scientifico-disciplinari (SSD) sotto indicati:

- più di 30 CFU nell'ambito delle discipline matematiche di base (SSD: MAT/02; MAT/03; MAT/05);
- più di 60 CFU nell'ambito del SSD FIS/01;
- più di 20 CFU nell'ambito del SSD FIS/02;
- più di 10 CFU, complessivamente, nell'ambito dei SSD FIS/03 e FIS/04;

ovvero requisiti curriculari equivalenti certificati dal CCS.

Le seguenti lauree, ottenute presso l'Università di Genova, automaticamente soddisfano i suddetti requisiti curriculari:

- Fisica, classe L25 - Scienze e Tecnologie Fisiche (ex DM 509/99);
- Fisica, classe L-30 - Scienze e Tecnologie Fisiche (ex DM 270/04).

Qualora il candidato non sia in possesso degli specifici requisiti curriculari potrà eventualmente frequentare singoli insegnamenti e sostenere con esito positivo il relativo accertamento prima dell'iscrizione alla Laurea Magistrale.

Nel caso di lauree italiane ottenute con ordinamenti che non prevedono CFU o di titoli di studio ottenuti all'estero, il CCS attribuirà a ciascuna attività formativa acquisita un SSD ed un numero di CFU. I CFU possono essere stati ottenuti anche attraverso la frequenza di più corsi di studio o mediante iscrizione a singoli insegnamenti.

Verifica della preparazione individuale

Tutte le domande che soddisfano i suddetti requisiti curriculari saranno esaminate per la verifica della preparazione individuale.

La preparazione individuale è considerata sufficiente per tutti gli studenti Laureati in Fisica secondo gli ordinamenti:

- Fisica, classe L25 - Scienze e Tecnologie Fisiche (ex DM 509/99);
- Fisica, classe L-30 - Scienze e Tecnologie Fisiche (ex DM 270/04);

con voto di Laurea maggiore o uguale a 95/110.

Negli altri casi l'accertamento di una preparazione individuale adeguata viene svolta dal CCS, tenendo conto di:

- curriculum vitae e studiorum pregresso;
- programmi dei corsi e votazioni degli esami nei settori FIS/xx e MAT/xx;
- eventuale prova scritta e/o colloquio orale.

L'esito della verifica può essere uno dei seguenti:

- ammissione alla LM;
- non ammissione alla LM, con indicazione delle specifiche carenze che devono essere sanate prima di ottenere l'ammissione.

La verifica verrà effettuata in date comunicata ai candidati e rese pubbliche sul sito web del corso di Laurea Magistrale. Qualora non superata, potrà essere nuovamente sostenuta una sola volta a distanza di almeno 30 giorni dalla prima verifica.

Altre norme

Il CCS, previo avviso sul Manifesto degli Studi, può richiedere annualmente a tutti gli studenti che richiedono l'iscrizione, la partecipazione obbligatoria a un test di autovalutazione non selettivo. In base all'esito di tale test, potranno essere consigliate attività di recupero degli eventuali punti deboli.

Le modalità per l'iscrizione sono rese pubbliche ogni anno attraverso il Manifesto degli Studi e la pagina Web del corso di studi (<http://www.fisica.unige.it/Laurea>).

È possibile l'iscrizione in corso d'anno seguendo le regole stabilite dall'Ateneo.

Non sono previsti vincoli per l'iscrizione al secondo anno.

Eventuali casistiche non esplicitamente previste dal RDA, dai Regolamenti della Facoltà di Scienze MFN, dal presente Regolamento o dal Manifesto degli Studi sono sottoposte alla valutazione del CCS e del CdF.

Art. 3 - Attività formative

Al CFU corrispondono, nominalmente, 25 ore di lavoro complessivo dello studente comprendenti lezioni, esercitazioni, attività di laboratorio e studio/lavoro individuale.

L'assegnazione delle ore di lezione, esercitazioni e attività di laboratorio a ciascun insegnamento è fatta tenendo conto dei seguenti criteri:

- il tempo riservato alle attività formative che prevedono lezioni ed esercitazioni in aula è pari a circa il 40% del lavoro complessivo dello studente;
- il tempo riservato alle attività di laboratorio, considerato il prevalente contenuto sperimentale e pratico, può essere aumentato fino al 50% del lavoro complessivo dello studente.

Per i corsi obbligatori per tutti gli studenti, comuni a tutti i curricula, è previsto che almeno 1/3 delle ore frontali consista di esercitazioni in aula.

Il quadro sintetico delle attività formative è riportato nella parte speciale del presente Regolamento, Appendice B.

Il Manifesto degli Studi regola, anno per anno, gli eventuali percorsi formativi consigliati nei diversi curricula che portano alla approvazione automatica del Piano di Studio.

La suddivisione tra insegnamenti caratterizzanti e affini-integrativi corrisponde in linea di massima ad insegnamenti fondamentali di curriculum e insegnamenti integrativi e/o complementari. All'interno di ciascun curriculum quindi la scelta è minima o nulla tra gli insegnamenti caratterizzanti mentre viene lasciata ampia scelta tra insegnamenti affini o integrativi.

Sono previsti dall'ordinamento due CFU per ulteriori abilità informatiche che vengono acquisite nel periodo di preparazione della tesi di Laurea.

Al fine di incentivare una proficua frequenza dei corsi e favorire il percorso formativo dello studente del Corso di Laurea Magistrale in Fisica, e tenendo conto che i corsi obbligatori della Laurea Magistrale si intendono come indispensabile completamento della preparazione della laurea triennale, è previsto che, prima di sostenere esami di corsi curriculari/opzionali, siano stati sostenuti con successo gli esami di almeno due dei corsi obbligatori. Il Manifesto degli Studi indicherà, per ogni corso curriculare/opzionale, tali corsi obbligatori.

Il Manifesto degli Studi regola anche le modalità di attivazione dei corsi curriculari/opzionali offerti, definendo le condizioni necessarie e sufficienti per l'attivazione del corso, e prevedendo, in particolare, il numero minimo di studenti necessario per attivare il corso medesimo, secondo le modalità previste dal Manifesto degli Studi.

Il Manifesto degli Studi prevede, anno per anno, la lista dei corsi eventualmente suggeriti e mutuabili da altro Corsi di Laurea attivati o attivabili (e, possibilmente, strutturati secondo un calendario e orario compatibile con l'organizzazione della didattica del CCS in Fisica), in modo che lo studente li possa inserire nel proprio Piano di Studio come attività affini-integrative e/o attività autonomamente scelte dallo studente di tipo non fisico (cioè di SSD non-FIS/xx).

Art. 4 – Curricula

Il Corso di Laurea Magistrale in Fisica è organizzato in curricula per facilitare la scelta di un percorso formativo coerente. Ciascun curriculum presuppone le conoscenze e le competenze tipicamente acquisibili in un corso di Laurea triennale in fisica e fornisce una formazione avanzata e specialistica in uno specifico settore della fisica.

Il Corso di Laurea Magistrale in Fisica è articolato in tre *curricula* denominati:

- *Fisica della materia,*
- *Fisica delle interazioni fondamentali e astrofisica,*
- *Fisica teorica.*

La scelta del curriculum è fatta dagli studenti con le modalità e nelle tempistiche definite nel Manifesto degli Studi.

Art. 5 – Piani di Studio

Tutti gli studenti sono tenuti a presentare annualmente un Piano di Studio, entro i termini indicati dalla Facoltà di Scienze MFN, con l'indicazione dei corsi che intendono scegliere secondo le regole che seguono:

- i piani di studio devono necessariamente contenere tutti i corsi obbligatori il cui esame non sia stato superato l'anno precedente;
- l'ammontare complessivo annuale di CFU previsti nel Piano di Studio non può comunque superare i 75 CFU all'anno.

Lo studente che, nella formulazione del Piano di Studio, segue il quadro previsto da questo Regolamento e le indicazioni del Manifesto degli Studi, presenta un Piano di Studio ad approvazione automatica, salvo per le scelte relative alle attività formative autonomamente scelte dallo studente, e di cui il CCS valuterà la coerenza con il progetto formativo, tenendo conto dell'adeguatezza delle motivazioni eventualmente addotte.

È facoltà dello studente proporre un Piano di Studio in deroga a quanto indicato nel presente Regolamento Didattico e nel Manifesto degli Studi; in tal caso si applica quanto previsto dallo RDA (Art. 28, comma 3).

Il Piano di Studio individuale che non rientra negli schemi previsti dal Manifesto degli Studi viene sottoposto all'attenzione del CCS che lo valuta in funzione degli obiettivi dichiarati e della coerenza del percorso formativo.

Nel Piano di Studio non sono ammessi in nessun caso insegnamenti che presentino rilevanti sovrapposizioni nei contenuti né insegnamenti che presentino rilevanti sovrapposizioni con i contenuti di corsi già seguiti alla Laurea.

Qualora un'attività formativa risulti modificata rispetto a quella relativa all'anno di inserimento nel Piano di Studio da parte dello studente, il CCS indicherà allo studente le eventuali opportune modifiche per il soddisfacimento degli obblighi previsti dal suo Piano di Studio ovvero, ne indicherà la possibile ri-formulazione.

Art. 6 – Frequenza e modalità di svolgimento delle attività didattiche

Le lezioni si svolgono in due periodi didattici della durata di almeno 13 settimane ciascuno, convenzionalmente chiamati semestri. Tali periodi didattici sono compresi tra il 10 settembre e il 20 giugno. Tra i due periodi di lezioni vi è un intervallo di almeno quattro settimane per lo svolgimento degli esami.

Il calendario dettagliato per ogni Anno Accademico è contenuto nel Manifesto degli Studi.

L'orario delle lezioni è annualmente reso pubblico prima dell'inizio dei corsi.

La partecipazione alle attività di laboratorio, per i corsi per cui sia previsto, è necessaria per ottenere l'ammissione alla rispettiva prova d'esame. Per gli studenti lavoratori e diversamente abili saranno favoriti accordi con i docenti degli insegnamenti di laboratorio per rendere loro possibile la partecipazione alle attività di laboratorio tenendo conto delle individuali esigenze particolari.

Art. 7 - Esami e altre verifiche del profitto

Le attività formative che consentono l'acquisizione di CFU comportano sempre una valutazione finale che può essere scritta, orale o una prova pratica di laboratorio.

La procedura di valutazione è la seguente.

Per gli insegnamenti obbligatori comuni a tutti i curricula, costituiti da lezioni ed esercitazioni in aula, la valutazione avviene mediante prova scritta e orale.

Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Fisica ex DM 270/04

4

Approvato dal CCS di fisica il 26 marzo 2010

Approvato dal CdF di Scienze MFN il 29 marzo 2010

Per gli insegnamenti di laboratorio la valutazione comprende quella derivante dal lavoro pratico svolto in laboratorio durante il corso nonché da una prova individuale.

Gli eventuali tirocini sono svolti sotto la guida di una persona (tutore) appartenente alla struttura che ospita lo studente con la supervisione di un docente appartenente al Consiglio di Corso di Studio di Fisica. La valutazione è fatta sulla base di una relazione scritta sull'attività svolta, integrata da una discussione orale sull'attività svolta e su argomenti connessi.

Per quanto non esplicitamente previsto nel presente regolamento si rimanda al RDA, Art. 30.

Art. 8 – Riconoscimento dei CFU

Il CCS valuta, caso per caso, il riconoscimento totale o parziale dei CFU acquisiti in altro Corso di Laurea Magistrale, eventualmente anche della stessa classe, dell'Università o di altro Ateneo, anche estero, nonché il riconoscimento quale credito formativo di conoscenze e abilità professionali, certificate ai sensi della normativa vigente.

Per quanto non esplicitamente previsto nel presente regolamento si rimanda al RDA, Art. 22.

Art. 9 – Mobilità e studi compiuti all'estero

Ai fini della mobilità studentesca e riconoscimento di studi compiuti all'estero il Consiglio di Corso di Studio (*previo esame da parte delle specifiche Commissioni referenti*) provvederà caso per caso alla valutazione ed approvazione dei progetti degli studenti, facendo riferimento alla congruità complessiva delle attività proposte, valutando il Piano di Studio individuale dello studente anche in assenza di una precisa corrispondenza con le singole attività formative previste dal Corso di Studio.

Per quanto non esplicitamente previsto nel presente regolamento si rimanda al RDA, Art. 22 e 32.

Art. 10 – Prova finale

Per l'ammissione alla prova finale, lo studente deve aver conseguito tutti i CFU corrispondenti a tutte le altre attività formative previste dal suo Piano di Studio.

La prova finale consiste in un lavoro originale dello studente effettuato sotto la guida e la responsabilità di un relatore e riassunto in un elaborato scritto.

Il tema dell'attività svolta e i risultati conseguiti sono discussi dinanzi ad un'apposita Commissione composta da almeno cinque membri, compreso il presidente, secondo quanto stabilito dal RDA, Art.31 comma 4.

Il voto di laurea viene espresso in cento-decimi con eventuale lode e si basa sulla valutazione riportata nella prova finale e su una valutazione globale del curriculum del laureando. È determinato a partire dalle votazioni ottenute nelle attività formative superate dallo studente e tiene conto dei seguenti ulteriori elementi: valutazione riportata nella prova finale; valutazione globale del curriculum con riferimento anche al tempo impiegato per conseguire il titolo, al fine di incentivare la partecipazione attiva ai corsi e favorire la regolarità del ritmo di studio.

Art. 11 – Orientamento e tutorato

In accordo con l'Art. 25 del RDA il Consiglio di Corso di Studi è dotato di una commissione *Orientamento e Tutorato* e di una commissione *Lavoro*. La prima si occupa delle attività di orientamento pre-universitario e del servizio di tutorato per l'accoglienza ed il sostegno degli studenti. La seconda si occupa delle problematiche connesse con l'inserimento dei Laureati nel mondo del lavoro.

Art. 12 – Verifica periodica dei CFU

Come previsto dal RDA, per il pieno raggiungimento degli obiettivi formativi del Corso di Laurea, il Consiglio dei Corsi di Studio di Fisica, nel rispetto della libertà di insegnamento, coordina i programmi degli insegnamenti e delle altre attività formative, promuove il coordinamento dei docenti nella relativa conduzione e valuta i risultati delle attività stesse.

Come previsto dall'Art. 19, comma 6 del RDA ogni tre anni il CCS valuta l'opportunità di avviare una procedura di revisione del regolamento didattico del corso di studio con particolare riguardo al numero dei CFU assegnati ad ogni attività formativa e al coordinamento dei corsi e ai loro contenuti.

Non sono previste verifiche periodiche dei CFU acquisiti (Art. 19, comma 2-h del RDA).

Art. 13 – Manifesto degli Studi

Nel Manifesto degli Studi della Facoltà, previsto dall' Art. 24 del RDA, verranno annualmente specificati tutti gli ulteriori dettagli delle disposizioni contenute nel presente regolamento utili per lo svolgimento del corso di studio e suscettibili di variazione anno per anno.

In particolare il Manifesto degli Studi elenca, anno per anno, la lista dei corsi non obbligatori attivabili.

Art. 14- Norme transitorie e finali

A partire dall'attivazione del Corso di Laurea Magistrale secondo il DM 270/04, il Manifesto degli Studi disciplinerà, anno per anno, le modalità di riconoscimento dei CFU parzialmente acquisiti dagli studenti nell'ambito del Corso di Laurea Specialistica ex DM 509/99 e ogni altra norma transitoria.

Parte Speciale

APPENDICE A

Corsi Obbligatori per tutti i curricula

ANNO / SEMESTRE	INSEGNAMENTI	CFU	ATTIVITÀ FORMATIVE / AMBITI DISCIPLINARI	SSD
1/1	Fisica teorica	8	Caratterizzanti Teorico e fondamentali della fisica	FIS/02
1/1	Metodi matematici della fisica 2	8	Caratterizzanti Teorico e fondamentali della fisica	FIS/02
1/1	Fisica della Materia 2	10	Caratterizzanti Microfisica e struttura della materia	FIS/03-FIS/07
1/1	Fisica nucleare, delle particelle e astrofisica 2	10	Caratterizzanti Microfisica e struttura della materia	FIS/04

Corsi Ozionali per tutti i curricula

[C] INSEGNAMENTI	SSD
Acquisizione Dati e Controllo	FIS/01
Elettronica Applicata	FIS/01
Fisica dell'Atmosfera	FIS/06
Fisica dell'Oceano	FIS/06
Fisica Superiore	FIS/01
Laboratorio di Termodinamica Avanzata	FIS/01
Materiali e Dispositivi per l'Elettronica	FIS/01
Probabilità e Teoria dei Processi Stocastici	FIS/02
Reti Neurali	FIS/07

FISICA DELLA MATERIA

ANNO / SEMESTRE	INSEGNAMENTI	CFU	ATTIVITÀ FORMATIVE / AMBITI DISCIPLINARI	SSD
1/2	Corso a scelta [M.1]	6	Caratterizzanti/ Sperimentale applicativo	FIS/01 FIS/07
1/2	Corso a scelta [M.2]	6	Affini o integrative	
1/2	Corso a scelta [M.2]	6	Affini o integrative	
1/2	Corso a scelta [M.2]	6	Affini o integrative	
2/1	Corso a scelta [M.2] [C][altro]	6	A scelta dello Studente	
2/1	Corso a scelta [M.2] [C] [altro]	6	A scelta dello Studente	
2	Prova finale	48	Prova finale	

[M.1] INSEGNAMENTI	SSD
Fisica della Materia Soffice	FIS/07
Laboratorio di Fisica della Materia	FIS/01

Nel Piano di Studio devono essere inseriti almeno due dei tre corsi indicati con [*] nella tabella seguente.

[M.2] INSEGNAMENTI	SSD
Acquisizione Dati e Controllo	FIS/01
Biofisica Molecolare	FIS/07
Elettronica Applicata	FIS/01
Fisica della Materia Soffice [*]	FIS/07
Fisica dello Stato solido [*]	FIS/03
Fisica Superiore	FIS/01
Funzioni di Green in Meccanica Quantistica	FIS/02
Laboratorio di Biofisica	FIS/07
Laboratorio di Fisica della Materia [*]	FIS/01
Materiali e Dispositivi per l'Elettronica	FIS/01
Fisica statistica	FIS/02
Metodi Ottici Spettroscopici per lo Studio dei Materiali	FIS/01
Nanostrutture	FIS/03
Sistemi Mesoscopici e Nanodispositivi	FIS/03
Superconduttività	FIS/03
INSEGNAMENTI MUTUATI DA ALTRI CCS	
Fisica delle Superfici (da Scienza dei Materiali)	
Celle solari: materiali e funzionamento (da Scienza dei Materiali)	
Chimica Biologica con Laboratorio (da Scienze Biologiche)	
Fisiologia Animale (da Scienze Biologiche)	

Il Manifesto degli Studi suggerisce, anno per anno, alcuni percorsi formativi consigliati agli studenti che portano all'approvazione automatica del Piano di Studio fatta salva la verifica della coerenza dei corsi a scelta dello studente con il piano didattico complessivo.

FISICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E ASTROFISICA

ANNO / SEMESTRE	INSEGNAMENTI	CFU	ATTIVITÀ FORMATIVE / AMBITI DISCIPLINARI	SSD
1/2	Laboratorio di fisica delle interazioni fondamentali e astrofisica	6	Caratterizzanti/ Sperimentale applicativo	FIS/01
1/2	Corso a scelta [F.1]	6	Affini o integrative	
1/2	Corso a scelta [F.1]	6	Affini o integrative	
1/2	Corso a scelta [F.1]	6	Affini o integrative	
2/1	Corso a scelta [F.1] [C] [altro]	6	A scelta dello Studente	
2/1	Corso a scelta [F.1] [C] [altro]	6	A scelta dello Studente	
2	Prova finale	48	Prova finale	

[F.1] INSEGNAMENTI	SSD
Acceleratori di Particelle	FIS/04
Acquisizione Dati e Controllo	FIS/01
Elettronica Applicata	FIS/01
Fisica dei Neutroni e del Reattore	FIS/04
Fisica delle AstroParticelle	FIS/01
Fisica delle Particelle Elementari 1	FIS/01
Fisica delle Particelle Elementari 2	FIS/02
Fisica e Statistica Medica	FIS/07
Fisica Nucleare Applicata	FIS/04
Fisica Statistica	FIS/02
Fisica Superiore	FIS/01
Fondamenti di Astrofisica e Cosmologia	FIS/01
Relatività Generale	FIS/02
Teoria dei Campi	FIS/02
Teoria dei Gruppi	FIS/02
Teoria delle Forze Nucleari	FIS/04

Il Manifesto degli Studi suggerisce, anno per anno, alcuni percorsi formativi consigliati agli studenti che portano all'approvazione automatica del Piano di Studio fatta salva la verifica della coerenza dei corsi a scelta dello studente con il piano didattico complessivo.

FISICA TEORICA

ANNO / SEMESTRE	INSEGNAMENTI	CFU	ATTIVITÀ FORMATIVE / AMBITI DISCIPLINARI	SSD
1/2	Corso a scelta [T.1]	6	Caratterizzanti/ Sperimentale applicativo	FIS/01
1/2	Fisica statistica	6	Affini o integrative	FIS/02
1/2	Teoria dei campi	6	Affini o integrative	FIS/02
1/2	Corso a scelta [T.2]	6	Affini o integrative	
2/1	Corso a scelta [T.2] [C] [altro]	6	A scelta dello Studente	
2/1	Corso a scelta [T.2] [C] [altro]	6	A scelta dello Studente	
2	Prova finale	48	Prova finale	

[T.1] INSEGNAMENTI	SSD
Acquisizione Dati e Controllo	FIS/01
Complementi di Fisica Classica	FIS/01
Elettronica Applicata	FIS/01
Fisica delle AstroParticelle	FIS/01
Fisica delle Particelle Elementari 1	FIS/01
Fisica Superiore	FIS/01
Fondamenti di Astrofisica e Cosmologia	FIS/01

[T.2] INSEGNAMENTI	SSD
Fisica delle Particelle Elementari 2	FIS/02
Fisica dello Stato solido	FIS/03
Funzioni di Green in Meccanica Quantistica	FIS/02
Metodi Numerici in Teoria dei Campi	FIS/02
Probabilità e Teoria dei Processi Stocastici	FIS/02
Relatività Generale	FIS/02
Sistemi Mesoscopici e Nanodispositivi	FIS/03
Teoria dei Gruppi	FIS/02
Teoria delle Forze Nucleari	FIS/04
Teorie di Turbolenza Sviluppata	FIS/02

Il Manifesto degli Studi suggerisce, anno per anno, alcuni percorsi formativi consigliati agli studenti che portano all'approvazione automatica del Piano di Studio fatta salva la verifica della coerenza dei corsi a scelta dello studente con il piano didattico complessivo.

Parte Speciale - APPENDICE B
Obiettivi formativi e programmi dei corsi

Corso: Acceleratori di Particelle**SSD: FIS/04****Obiettivi Formativi:**

Corso introduttivo alla fisica degli acceleratori di particelle.

Prerequisiti

E' auspicabile una buona familiarità con i concetti fondamentali di elettromagnetismo, relatività ristretta e della meccanica razionale, argomenti che son comunque ricordati all'inizio del corso.

Programma

Acceleratori elettrostatici lineari e circolari (Ciclotrone, Betatrone, foccheggiamento debole). Equazioni del moto di una particella in un acceleratore con approssimazione lineare: Equazione di Hill, condizioni di stabilità, Funzione di Betatrone, Q, Parametri di Twiss, Emittanza ed emittanza normalizzata. Correzione orbite, dispersione: Cromaticità e momentum compaction, correzione della cromaticità. Moti longitudinali: oscillazioni di sincrotrone, radiazione di sincrotrone, damping. Non linearità negli acceleratori: effetti di carica spaziale, altri effetti collettivi. Acceleratori per sorgenti di luce di sincrotrone; FEL. Misura dei parametri di una macchina: strumentazione e diagnostica dei fasci.

Corso: Acquisizione Dati e Controllo

Vedere Regolamento della Laurea.

Corso: Biofisica Molecolare**SSD: FIS/07****Obiettivi Formativi.**

Il corso fornisce la descrizione delle molecole biologiche ed introduce allo studio della struttura molecolare dei sistemi biologici.

Prerequisiti.

Fisica classica e Fisica Moderna. Elementi di fisica della materia soffice. Chimica Generale ed elementi di base di Chimica Organica.

Programma.

Lipidi e struttura della membrana cellulare. Proprietà fisiche della membrana cellulare. Acidi nucleici e loro struttura. Proprietà fisiche degli acidi nucleici. Aminoacidi e loro proprietà chimico-fisiche. Proteine. Struttura delle proteine. "energy landscape" di una proteina.

Corso: Complementi di Fisica Classica

Vedere Regolamento della Laurea.

Corso: Elettronica Applicata (Laboratorio di Elettronica)

Vedi Regolamento della Laurea.

Corso: Fisica dei Neutroni e del Reattore**SSD: FIS/04**

Obiettivi Formativi: Rendere gli studenti in grado di comprendere il funzionamento del nocciolo di un reattore nucleare e affrontare tesi o corsi avanzati nel settore dell'Energia Nucleare

Prerequisiti**Programma**

Fisica dei neutroni: Interazione neutrone materia, sezioni d'urto in neutronica, la fissione nucleare.

Il rallentamento dei neutroni, urto elastico e inelastico, random walk, densità di rallentamento e age.

La diffusione dei neutroni, equazione di diffusione a uno, a due e a molti gruppi in geometrie semplici.

Fisica del reattore: teoria a un gruppo del reattore critico omogeneo veloce, teoria a due gruppi del reattore critico omogeneo termico, calcoli a molti gruppi. Cenni al reattore eterogeneo.

Cinetica del reattore, equazioni di cinetica, reattività e periodo del reattore, valore delle barre, cenni a $\delta\rho/\delta T$.

Corso: Fisica dell'Atmosfera**SSD: FIS/06****Obiettivi Formativi:**

Porre le basi quantitative inerenti la descrizione dei fenomeni rilevanti che avvengono nel mezzo circumterrestre.

Prerequisiti

La conoscenza della meccanica dei fluidi elementare e' auspicabile.

Programma

- Processi termodinamici in atmosfera con enfasi ai meccanismi di formazione delle nuvole e delle precipitazioni;
- Dinamica atmosferica: dalla scala locale alla scala planetaria;
- Elementi di meteorologia con cenni alla climatologia planetaria.

Corso: Fisica dell'Oceano**SSD: FIS/06****Obiettivi formativi specifici**

L'insegnamento di Fisica dell'Oceano si pone l'obiettivo di fornire la conoscenza dettagliata delle leggi fisiche che regolano la dinamica dei mari.

Prerequisiti**Programma**

Soluzione numerica delle equazioni idrodinamiche in due e tre dimensioni per il calcolo delle correnti marine e delle variazioni di livello del mare in funzione dei termini forzanti del vento, del campo barico al suolo e delle maree; moto ondoso in acque profonde ed in zone costiere con relativi problemi di rifrazione delle onde e del trasporto costiero dei sedimenti e calcolo dei processi di erosione e di accrescimento delle spiagge. Tecniche di elaborazione dei dati di livello del mare per il calcolo delle costanti armoniche di marea. Algoritmi statistici per la realizzazione di modelli di previsione del moto ondoso in prossimità della costa tramite sismometri verticali a lungo periodo.

Corso: Fisica della Materia 2**SSD: FIS/03****Obiettivi Formativi:**

Il corso si propone di fornire i fondamenti della fisica dei solidi, con particolare attenzione alle proprietà elettroniche, e un'introduzione alla fisica della materia soffice.

Prerequisiti

Fisica Generale, Fisica della Materia 1, Fisica Quantistica.

Programma

Elettroni liberi nei metalli. Bande elettroniche nei cristalli: reticolo reciproco; teorema di Bloch, modello ad elettroni quasi-liberi, cenni al metodo del legame forte. Bande e gap di energia. Proprietà elettroniche nei semiconduttori: semiconduttori intrinseci ed estrinseci, livello di Fermi e distribuzione dei portatori. Proprietà di trasporto. Giunzione p-n, cenni al diodo ad emissione luminosa. Magnetismo e superconduttività: paramagnetismo di ioni isolati e di elettroni di conduzione; origine microscopica dell'interazione magnetica; ferromagnetismo. Aspetti fenomenologici della superconduttività, cenni alla BCS. Laser: interazione radiazione materia, coefficienti di Einstein; regole di selezione; principi dell'azione del laser.

Introduzione alla fisica della materia soffice: Forze intermolecolari e cenni alla struttura di proteine e acidi nucleici. Elementi di termodinamica dei processi fuori equilibrio; processi diffusivi.

Corso: Fisica della Materia Soffice**SSD: FIS/07****Obbiettivi Formativi.**

Il corso introduce allo studio della materia caratterizzata da deboli interazioni tra costituenti poliatomici e da importanti effetti delle fluttuazioni termiche.

Prerequisiti.

Fisica classica e Fisica moderna. In particolare: termodinamica e concetti di base di meccanica statistica.

Programma.

Forze, energie e scale dei tempi nella materia condensata. Proprietà delle superfici liquide. Micelle, vescicole, membrane. Dispersioni colloidali. Interazioni tra particelle colloidali. Polimeri e modelli di molecole polimeriche. Cristalli liquidi. Strutture biologiche come materia soffice.

Corso: Fisica delle AstroParticelle**SSD: FIS/01****Obiettivi Formativi:**

Mettere in evidenza i progressi e gli sviluppi apportati dalla fisica delle particelle allo sviluppo della comprensione dei processi astrofisici e cosmologici e reciprocamente i progressi in fisica particellare stimolati dalle scoperte astrofisiche.

Prerequisiti:**Programma:**

Gravitazione e principio di equivalenza. Espansione dell'universo. Equazione di Einstein. Metrica di Robertson-Walker. Equazioni di Friedman-LeMaitre e soluzioni. Relazione distanza-luminosità e supernovae. Evoluzione termodinamica dell'universo. Nucleosintesi primordiale. Disaccoppiamento dei fotoni e radiazione cosmica di fondo. Materia Oscura; indicazioni sperimentali e modelli. Lensing gravitazionale. Modelli particellari di materia Oscura. Fluttuazioni e anisotropie della radiazione cosmica di fondo. Energia oscura e meccanismi particellari. Materia ed antimateria. Asimmetria. Meccanismi di bariogenesi e leptogenesi Meccanismo dell'inflazione, fluttuazioni e perturbazioni di densità. Fenomenologia dei raggi cosmici. Meccanismi di accelerazione. Raggi cosmici di energia estrema. Lampi gamma.

Corso: Fisica delle Particelle Elementari 1**SSD: FIS/01****Obiettivi Formativi:**

Obiettivo del corso è fornire le basi analitiche e fenomenologiche della moderna fisica delle particelle, anche in preparazione per uno studio più avanzato basato sulla teoria dei campi quanto-relativistici. Tutti gli argomenti sono corredati da svariati esercizi, esempi ed applicazioni.

Prerequisiti

Concetti base della Fisica Relativistica e Quantistica.

Programma

Richiami e complementi sulla Fisica Relativistica e Quantistica di base, con esempi ed applicazioni: cinematica, scattering e decadimenti, simmetrie, equazioni d'onda quanto-relativistiche di singola particella. Il quadro della moderna FdP: particelle e interazioni fondamentali. Determinazione delle proprietà intrinseche delle particelle e delle caratteristiche delle interazioni da processi di scattering e decadimento. Introduzione agli argomenti della FdP contemporanea: violazione di CP; fisica del beauty; fisica adronica soft; proprietà dei neutrini; nuova fisica oltre il modello standard.

Corso: Fisica delle Particelle Elementari 2**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Introduzione alla fisica dei processi relativistici e costruzione del modello standard delle interazioni elettrodeboli.

Prerequisiti:

Meccanica quantistica, seconda quantizzazione, relatività ristretta, fenomenologia delle interazioni deboli.

Programma: Il corso si propone di illustrare la costruzione e le principali applicazioni del modello standard di unificazione delle interazioni deboli ed elettromagnetiche. Nella prima parte vengono illustrati i concetti essenziali della teoria dello scattering relativistico in teoria dei campi in approssimazione semiclassica (metodo dei diagrammi di Feynman a livello albero); nella seconda viene esposta in dettaglio la costruzione della teoria e la sua applicazione pratica in alcuni esempi.

Corso: Fisica dello Stato Solido**SSD: FIS/03**

Obiettivi Formativi: Fornire gli elementi di base per la comprensione della struttura atomica ed elettronica dei solidi nell'ambito degli approcci single-electron.

Prerequisiti**Programma**

Simmetrie nei solidi e reticoli cristallini. Introduzione alla struttura atomica dei solidi. Approccio a particella singola per gli elettroni. Teoria del funzionale densità. Equazioni di Kohn-Sham. Elettroni nel potenziale cristallino. Struttura a bande dei cristalli. Metodo tight-binding e applicazioni. Vibrazioni reticolari. Anarmonicità ed espansione termica. Difetti nei cristalli. Difetti puntuali. Difetti lineari. Superfici ed interfacce. Sistemi finiti. Cenni ai solidi non cristallini: solidi amorfi e quasi-cristalli.

Corso: Fisica e Statistica Medica**SSD: FIS/07****Obiettivi Formativi**

Il corso offre una panoramica delle radiazioni ionizzanti applicate alla medicina, dell'utilizzo delle immagini digitali in diagnostica e dell'elaborazione statistica dei dati clinici

Prerequisiti

Fisica Generale, elementi di fisica nucleare.

Programma

Il corso è diviso in tre parti. La prima tratta la meccanica, la bioelettricità e la fisica dei fluidi con particolare riferimento alle stabilità strutturali del corpo umano, alla circolazione sanguigna e i ricettori dei sensi. La seconda tratta le radiazioni sia ionizzanti che non ionizzanti e gli apparati clinici connessi: laser, ecografia, radioscopia, TAC, PET/SPECT, NMR e Radioterapia. La terza infine offre una panoramica sulle immagini cliniche e la statistica medica: elaborazione, filtraggio e ricostruzione delle immagini, trattamento ed elaborazione di dati clinici, statistica inferenziale e studi di sopravvivenza.

Corso: Fisica Nucleare Applicata**SSD: FIS/04****Obiettivi Formativi:**

Fornire agli studenti una panoramica delle applicazioni delle tecniche della fisica nucleare in vari campi lavorativi, che vanno dalla tecnologia, al campo sanitario-ambientale e all'arte.

Prerequisiti:**Programma:**

Il corso affronta concetti e tecniche alla base dell'applicazione della fisica nucleare e delle radiazioni in diversi settori: dosimetria e schermatura delle radiazioni ionizzanti, composizione ed uso di catene spettrometriche, sorgenti naturali ed artificiali di radiazioni ionizzanti, tecniche di datazione, tecniche di analisi dei materiali. Le lezioni sono integrate da un'esercitazione in laboratorio.

Corso: Fisica Nucleare delle Particelle ed AstroFisica 2**SSD: FIS/04****Obiettivi formativi specifici**

Il corso si prefigge di fornire un'introduzione alla fenomenologia e alla modellistica della fisica nucleare e delle interazioni fondamentali.

Prerequisiti

Fisica Generale, Quantistica e Relativistica.

Programma

Proprietà delle forze nucleari e modelli del nucleo atomico. Processi relativistici (decadimenti e scattering). Introduzione agli acceleratori di particelle. Equazioni di singola particella quanto-relativistiche. Costruzione del quadro delle interazioni fondamentali: dalla fenomenologia ai modelli; il ruolo delle simmetrie nelle interazioni fondamentali. Introduzione fenomenologica alle interazioni forti ed elettro-deboli. Elementi di astrofisica e cosmologia fisica.

Corso: Fisica Statistica**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Verificare e rafforzare le conoscenze di base sulla meccanica statistica. Affrontare argomenti recenti nel contesto più semplice possibile in modo tale da stimolare l'interesse per gli sviluppi moderni della meccanica statistica.

Prerequisiti:

Fisica Quantistica e della Materia

Programma:

Principi fondamentali: l'insieme micro-canonical, canonical, gran-canonical. Gas reali: sviluppo in serie di potenze della densità, il gas di Van der Waals. Equilibrio delle fasi: il punto critico, legge degli stati corrispondenti. Transizioni di fase continue: comportamento collettivo, teoria di Landau, indici critici, invarianza di scala. Sistemi magnetici: il modello di Ising, matrice di trasferimento, gruppo di rinormalizzazione.

Corso: Fisica Superiore**SSD: FIS/01****Obiettivi Formativi:**

Il corso si propone di affrontare alcune tematiche di fisica generale ad un livello più avanzato di quello possibile nei corsi di Fisica Generale, sfruttando le maggiori conoscenze dello studente e la possibilità di un approccio interdisciplinare tra i diversi settori tradizionali della Fisica Generale.

Prerequisiti

Fisica Generale

Programma

Complementi di meccanica, elettromagnetismo, relatività, onde e termodinamica.

Corso: Fisica Teorica**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Fornire allo studente le basi dell'elettrodinamica relativistica e familiarizzarlo con meccanica la quantistica dei sistemi di molti corpi trattati nell'ambito della seconda quantizzazione

Prerequisiti

Fisica Quantistica

Programma

Struttura e applicazioni dell'elettrodinamica relativistica. Seconda quantizzazione dei sistemi bosonici. Quantizzazione di campo elastico, elettromagnetico e scalare relativistico. Teoria delle perturbazioni e le interazioni indotte. Le trasformazioni canoniche di Bogoliubov. Statistica di Fermi e Dirac. L'interazione tra elettrone e fonone. Le trasformazioni canoniche nel caso fermionico, elettroni e buche, applicazione al modello di Richardson della BCS.

Corso: Fondamenti di Astrofisica e Cosmologia**SSD: FIS/01****Obiettivi Formativi:**

Il corso si propone di fornire i fondamenti dell'Astrofisica e della Cosmologia con particolare attenzione alla loro connessione con la fisica delle particelle elementari e la fisica nucleare, sia sperimentale sia teorica.

Prerequisiti

Fisica Generale, Relativistica e Quantistica; elementi di fisica nucleare e delle particelle di base.

Programma

L'osservazione dell'Universo. Coordinate. Rivelazione di onde elettromagnetiche in tutto lo spettro da Terra e dallo spazio. Meccanismi di emissione e assorbimento di fotoni in stelle, galassie, mezzo intergalattico. Telescopi ottici, IR, UV. Radiotelescopi. Spettroscopia. Sistemi binari. Misura delle distanze. Diagramma di HR. Formazione, struttura, evoluzione e fine delle stelle. Nane bianche. Stelle di neutroni. Buchi neri. Stelle variabili e pulsanti. Struttura e morfologia delle Galassie. Clusters e super-clusters. Struttura su grande scala. Galassie attive e Quasars. Astrofisica X e gamma. Sorgenti di raggi cosmici e loro propagazione. Radioastronomia. Principio cosmologico. Geometrie non euclidee e cenni di relatività generale. Teoria del Big Bang. Nucleosintesi primordiale. Origine del CMBR. Fotoni, barioni, neutrini nell'Universo.

Corso: Funzioni di Green in Meccanica Quantistica**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Fornire allo studente le conoscenze di base della teoria della risposta lineare e alcune applicazioni significative della stessa.

Prerequisiti

Fisica Teorica

Programma

Teoria della Risposta Lineare, proprietà spettrali, risposta statica isoterma e adiabatica, spettro delle fluttuazioni, risposta dinamica, relazioni di dispersione, funzioni di Green, teorema fluttuazione dissipazione, modello di Onsager, applicazioni alla risposta elettrica.

Corso: Laboratorio di Biofisica**SSD: FIS/07****Obiettivi Formativi.**

Il corso insegna alcune tecniche per lo studio delle proprietà fisiche dei sistemi biologici.

Prerequisiti

Fisica classica. Basi di misure fisiche e di analisi dei dati sperimentali.

Programma.

Uso del microscopio a forza atomica per studiare proprietà morfologiche e meccaniche di cellule e aggregati molecolari. Uso della microscopia a fluorescenza per studiare morfologia e fisiologia cellulare. Uso della tecnica del "patch clamp" per lo studio della permeabilità della membrana cellulare.

Corso: Laboratorio Fisica della Materia**SSD: FIS/01****Obiettivi Formativi:**

Il corso si propone di presentare e sperimentare i principali metodi di investigazione a livello nanoscopico delle proprietà morfologiche-cristallografiche e spettroscopiche della materia sia nel volume che alla superficie.

Prerequisiti**Programma**

Il programma riguarda la definizione e lo studio delle proprietà morfologico-cristallografiche e spettroscopiche della materia. Si studierà come generare, trasportare, focalizzare, monocromatizzare e rivelare fasci di neutroni, raggi X, elettroni, ioni ed atomi neutri e come farne spettrometri e microscopi. Un apparato da ultra-alto vuoto permetterà agli studenti di effettuare misure di diffrazione di elettroni e di caratterizzazione chimica con elettroni Auger.

Dimostrazioni guidate riguarderanno la spettroscopia elettronica e vibrazionale e l'uso di microscopi elettronici e a scansione a risoluzione atomica e la luce di sincrotrone, con applicazioni a fisica dei solidi, fisica delle superfici, nanoscienza e soft matter.

Corso: Laboratorio di fisica delle interazioni fondamentali e astrofisica**SSD: FIS/01****Obiettivi formativi**

Lo studente dovrebbe acquisire le conoscenze di base per quanto riguarda le principali tecniche di misura utilizzate nella fisica delle interazioni fondamentali e astrofisica.

Programma

Il problema della misura delle grandezze fisiche associate alle particelle elementari. Effetti della interazione delle particelle elementari (protoni, particelle alfa, neutroni, elettroni, gamma e neutrini) con vari materiali. Proprietà ottiche ed elettriche dei principali materiali utilizzati nella fisica delle interazioni fondamentali e astrofisica (scintillatori, silicio, germanio, rivelatori a gas, ...). Conversione in segnali elettrici e successiva elaborazione. Discussione degli standard utilizzati (NIM, ECL). Sistemi di acquisizione (CAMAC, VME). Applicazioni sperimentali alla misura dell'energia e della velocità delle particelle.

La parte di laboratorio consiste in quattro esperienze a scelta tra: risonanza paramagnetica, effetto fotoelettrico, effetto Compton, vita media del muone, scattering Rutherford, range delle particelle alfa.

Corso: Laboratorio di Termodinamica Avanzata**SSD: FIS/01****Obiettivi formativi.**

Acquisizione di conoscenze e metodologie sperimentali avanzate di termodinamica applicata alle basse temperature e alla rivelazione di radiazioni, sensori termici ed elettronica associata.

Argomenti del corso.

Trasporto nei gas e tecniche del vuoto, cicli termodinamici delle macchine refrigeranti, liquefazione dei gas. Proprietà termodinamiche delle sostanze pure, transizioni di fase, superfluidità, superconduttività. Refrigerazione magnetica e sistema He³-He⁴ sotto 1 K. Rivelazione termica di radiazione dalle microonde ai raggi gamma e di particelle, elettronica criogenica. Bolometri, micro-calorimetri, giunzioni superconduttrici, SQUID, SET e Q-Dot e relativo trattamento dei segnali.

Corso: Materiali e Dispositivi per l'Elettronica**SSD: FIS/01****Obiettivi Formativi**

Il corso si propone di indagare e comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento dei principali dispositivi utilizzati in elettronica e optoelettronica, partendo dalle proprietà dei materiali utilizzati per arrivare ai più recenti sviluppi tecnologici.

Prerequisiti**Programma**

Semiconduttori: Richiami a struttura a bande, proprietà elettroniche e di trasporto. Giunzioni: Crescita e fabbricazione delle eterostrutture - Allineamento delle bande e stati elettronici - Diffusione e ricombinazione - Trasporto - Gas elettronici a dimensionalità ridotta. Dispositivi elettronici e optoelettronici: Diodi - Transistor bipolare a giunzione (BJT) - Transistor ad effetto di campo (JFET e MOSFET) - Tecnologia CMOS- LED - Fotorivelatori - Celle fotovoltaiche - Laser a semiconduttore - Laser a pozzi quantici e laser a cascata quantica. Sviluppi futuri dell'elettronica e optoelettronica

Corso: Metodi Matematici della Fisica 2**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Soluzione di problemi ai valori iniziali o al contorno per le equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti del secondo ordine (equazione delle onde, del calore, di Laplace, di Helmholtz).

Prerequisiti:

I contenuti dei corsi di Analisi Matematica e di Fisica Generale del Corso di Laurea. Le proprietà elementari delle funzioni analitiche di una variabile complessa (come esposte nel corso Metodi Matematici della Fisica 1).

Programma:

1. L'equazione delle onde 1-dimensionale
2. Proprietà generali delle equazioni differenziali alle derivate parziali lineari a coefficienti costanti del secondo ordine
3. Separazione delle variabili per equazioni in due variabili e serie di Fourier
4. Problemi non omogenei
5. Problemi in dimensioni più alte e serie di Fourier multiple
6. Teoria di Sturm-Liouville e sviluppi di Fourier generalizzati
7. Trasformate di Fourier.

Corso: Metodi Numerici In Teoria Dei Campi**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Introdurre i concetti fondamentali alla base dei metodi di simulazione numerica Monte-Carlo usati in Meccanica Statistica ed in Teoria Quantistica dei Campi. Illustrare le problematiche fisiche in cui questi metodi sono utilizzati, con riferimento soprattutto allo studio delle Teorie di Gauge non Abelian.

Prerequisiti

Meccanica Quantistica. Concetti basilari di Meccanica Statistica e Teoria dei Campi.

Programma

Generalità sui metodi Monte-Carlo. Importance sampling. Monte-Carlo dinamico: catene di Markov. Il principio del bilancio dettagliato: algoritmo Metropolis. Autocorrelazioni e calcolo degli errori. Simulazioni numeriche di sistemi statistici: il modello di Ising e i modelli di Potts. Studio del comportamento critico: misura degli indici critici e "finite size scaling" per transizioni di fase continue e discontinue. L'integrale sui cammini di Feynman in meccanica quantistica. Termodinamica di equilibrio dei sistemi quantistici in termini di integrale sui cammini. Simulazione numerica di alcuni semplici sistemi quantistici. L'integrale di cammino in teoria dei campi. Le teorie di campo scalari e fermioniche libere discretizzate su un reticolo: studio del limite al continuo e il problema del "fermion doubling". Discretizzazione gauge invariante delle teorie di gauge su reticolo. Il limite al continuo delle teorie di gauge.

Corso: Metodi ottici spettroscopici per lo studio dei materiali**SSD: FIS/01****Obiettivi Formativi:**

Il corso ha lo scopo di offrire un'introduzione di base ai principali metodi spettroscopici per lo studio delle proprietà ottiche dei materiali.

Prerequisiti

Fisica generale (elettromagnetismo e onde); Fisica della Materia.

Programma

Vengono presentate, con l'ausilio di dimostrazioni/esperienze sperimentali, diverse metodologie spettroscopiche per lo studio delle proprietà ottiche di film sottili. Vengono altresì introdotti i principali modelli classici e quantistici che consentono una descrizione delle proprietà ottiche delle principali classi di materiali. Sono quindi descritte le proprietà ottiche di alcune classi di nuovi materiali (nanoaggregati, metamateriali) con particolare riferimento al loro utilizzo nella conversione dell'energia solare.

Corso: Nanostrutture**SSD: FIS/03****Obiettivi Formativi:**

Conoscenza delle principali tecniche sperimentali specifiche del campo. Lettura ed approfondimento di un articolo scientifico. Introduzione ad un approccio sperimentale multidisciplinare

Prerequisiti

Corsi di base di Fisica Generale e Quantistica; Fisica della Materia.

Programma

Il corso vuole presentare gli elementi di base della fisica delle nanostrutture e delle nanotecnologie. E' articolato in lezioni frontali, dove vengono presentati argomenti di ricerca nel campo, partendo dall'analisi di articoli scientifici recenti. Sono previste visite ai laboratori di ricerca. Alcune lezioni sono svolte da esperti del settore specifico. Gli argomenti trattati sono: tecniche di microscopia a prossimità di sond; metodi di crescita; tecniche di luce di sincrotrone; nanotubi di carbonio e loro proprietà; sistemi auto organizzati; proprietà magnetiche alla nanoscala; proprietà meccaniche alla nanoscala; effetto Loto; effetto Gecko; proprietà ottiche e meta-materiali.

Corso: Probabilità e Teoria dei Processi Stocastici**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Integrare la preparazione probabilistica di base con metodi della teoria dei processi stocastici rilevanti nella modellizzazione di fenomeni casuali in fisica, nelle scienze applicate e nell'ingegneria.

Prerequisiti:

Corsi di base di fisica e matematica, metodi matematici della fisica.

Programma:

Richiami di teoria della probabilità: teoremi di limite classici e distribuzioni infinitamente scomponibili. Processi stocastici: catene di Markov, processi a salti e di diffusione. Spazi funzionali, misura di Wiener e teorema di Girsanov. Equazione di Langevin e processo di Ornstein-Uhlenbeck. Formula di Feynman-Kac. Cenni alle equazioni differenziali stocastiche: esempi e applicazioni riguardanti la fisica dei processi di trasporto classici e quantistici.

Corso: Relatività generale**SSD:FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Esposizione della teoria di Einstein delle interazioni gravitazionali con le sue principali conseguenze e applicazioni.

Prerequisiti

Meccanica razionale, elettromagnetismo classico.

Programma

La struttura locale dello spazio-tempo: il principio di equivalenza, lo spazio-tempo come varietà, il principio d'azione per una particella in caduta libera, dilatazione del tempo.

Cenni di algebra tensoriale: varietà e tensori, densità tensoriali, differenziazione covariante.

Teoria della gravitazione: principio d'azione in forma covariante generale, curvatura e tensore di curvatura, l'equazione di campo di Einstein, identità di Bianchi e invarianza di gauge.

Conseguenze dell'equazione di Einstein. Campi gravitazionali deboli.

Corso: Reti Neurali**SSD: FIS/07****Obiettivi Formativi:**

Il corso è finalizzato a fornire allo studente i concetti e le metodologie fondamentali dei procedimenti di elaborazione dell'informazione intrinsecamente parallele che tentino di imitare quelli degli organismi biologici e che godano delle proprietà di essere capaci di "imparare" da un insieme di esempi, cioè di estrarre da questi la "regola" sottostante senza conoscerla a priori (apprendimento da esempi).

Prerequisiti:

Calcolo differenziale ed integrale. Calcolo della probabilità.

Programma

Introduzione alle reti neurali artificiali. Cenni storici.

Memorie associative e modello di Hopfield. Funzione energia ed evoluzione dinamica delle reti di Hopfield. Problemi di ottimizzazione combinatoriale.

Il perceptrone semplice di Rosenblatt. Reti "feed-forward". Regola di apprendimento del perceptrone semplice. Il perceptrone multistrato. Regola di apprendimento mediante retropropagazione dell'errore.

Metodi di apprendimento non supervisionato. Analisi delle componenti principali. Apprendimento competitivo. Esempi ed applicazioni.

Concetti di base della Teoria dell'Informazione. Il bit. Sistemi di comunicazione. Mutua informazione. Procedure di codifica. Teoremi di Shannon.

Corso: Sistemi Mesoscopici e NanoDispositivi**SSD: FIS/03****Obiettivi Formativi:**

Il corso fornisce una base teorica per comprendere le proprietà di trasporto presenti nei nanodispositivi. Obiettivo principale è fornire un quadro esaustivo della fisica dei sistemi mesoscopici, evidenziando aspetti quantistici quali l'interferenza e la quantizzazione.

Prerequisiti:

Fisica Generale e Quantistica, Fisica della Materia.

Programma:

Il corso illustra molteplici aspetti legati ai nanodispositivi con particolare riferimento alle loro proprietà di trasporto. Vengono trattate le seguenti principali tematiche: Eterostrutture a semiconduttore e creazione di un gas elettronico bidimensionale. Fili quantici e punti di contatto. Grafene e nanotubi di carbonio. Quantizzazione della conduttanza: formula di Landauer. Effetto Aharonov-Bohm e corrente persistente. Effetto Hall quantistico. Proprietà di trasporto in quantum dots.

Corso: Superconduttività**SSD: FIS/03****Obiettivi Formativi:**

Il corso presenta gli aspetti fenomenologici e teorici di base per comprendere le proprietà dei materiali superconduttori. Obiettivo principale è fornire gli elementi indispensabili per interpretare il comportamento dei superconduttori e delle loro applicazioni partendo dalle teorie fenomenologiche di Ginzburg e Landau e dalle quelle microscopiche BCS.

Prerequisiti:

Fisica Generale e Quantistica.

Programma:

Il corso illustra molteplici aspetti della Superconduttività con particolare riferimento alla loro temperatura critica, e al loro comportamento in campo magnetico e con corrente applicata. Vengono trattate le seguenti principali tematiche: Superfluidi e condensazione di Bose-Einstein in gas quantistici. Fenomenologia della Superconduttività, termodinamica ed elettrodinamica. Modello microscopico BCS e energia di accoppiamento. Teoria di Ginzburg e Landau e sue conseguenze: lunghezze caratteristiche rilevanti, flussoni, dissipazione in stato misto ed effetto Josephson. Evoluzione nella ricerca su materiali sempre più performanti. Applicazioni. E' prevista un'esperienza di laboratorio con sintesi e caratterizzazione di un superconduttore.

Corso: Teoria dei Campi**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Introduzione alla teoria dei campi quantizzati e ai metodi necessari per l'estensione quantistica di teorie di campo interagenti.

Prerequisiti:

Fisica Quantistica e Relativistica

Programma:

Campo scalare interagente in d dimensioni spazio-temporali; correzioni radiative, formula di LSZ, ampiezza di scattering e sezione d'urto. Introduzione ai campi fermionici.

Corso: Teoria dei Gruppi**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Fornire le nozioni fondamentali sulla teoria delle rappresentazioni dei gruppi finiti e compatti e descrivere le loro applicazioni alla Meccanica Quantistica. Fornire le nozioni fondamentali sui gruppi di Lie di Matrici e le loro algebre di Lie.

Prerequisiti: Algebra lineare in dimensione finita. Le nozioni di base sulla teoria degli operatori lineari in spazi di Hilbert. La Meccanica Quantistica di una particella in un campo centrale. Fenomenologia di base delle particelle elementari.

Programma:

1. Rappresentazioni dei gruppi finiti
2. Il gruppo simmetrico e le sue rappresentazioni irriducibili
3. Rappresentazioni irriducibili di dimensione finita di $GL(V)$. Classi di simmetria dei tensori
4. Rappresentazioni unitarie irriducibili dei gruppi di rotazioni
5. Applicazioni della teoria delle rappresentazioni dei gruppi di rotazioni e del gruppo simmetrico in Meccanica Quantistica
6. Gruppi di Lie di matrici e loro algebre di Lie.
7. Rappresentazioni irriducibili delle algebre di Lie di $SU(2)$ e di $SU(3)$. Applicazioni

Corso: Teoria delle Forze Nucleari**SSD: FIS/04****Obiettivi Formativi:**

Il corso si prefigge di fornire un quadro della fisica adronica a partire dalle interazioni fondamentali tra i nucleoni e tra i costituenti delle particelle, utilizzando metodi relativistici e algebrici.

Prerequisiti

Fisica Quantistica, Fisica Nucleare e delle Particelle.

Programma

Forma generale della forza tra nucleoni. Applicazioni ai nuclei leggeri. Forze a tre corpi e correnti mesoniche di scambio. Equazioni di Hartree-Fock e correlazioni tra i nucleoni. Teoria dello scattering relativistico. Determinazione microscopica del potenziale di scambio di un pione. Esempi di potenziali microscopici (Bonn, Urbana, Argonne). Diffusione elastica di elettroni da sistemi nucleari. Processi $(e, e'p)$ e funzioni di struttura dei nuclei. Diffusione altamente anelastica elettrone-protone e funzioni di struttura dei nucleoni. Modelli a quark costituenti. Modelli algebrici per i nuclei: l'Interacting Boson Model (IBM), modelli collettivi. Costruzione esplicita della algebre di Lie $U(n)$, $SU(n)$, $SO(n)$. Concetto di simmetria dinamica. Modelli algebrici per i mesoni e i barioni.

Corso: Teorie di Turbolenza Sviluppata**SSD: FIS/02****Obiettivi Formativi:**

Buona conoscenza delle moderne teorie di turbolenza nonché dei metodi matematici necessari alla loro descrizione.

Prerequisiti

Rudimenti di meccanica statistica fuori dall'equilibrio permetterebbero di inquadrare il corso in un contesto più generale rispetto a quello che riguarda strettamente i fluidi.

Programma

Nozioni fondamentali di Meccanica dei Fluidi elementare. Introduzione ai processi stocastici. Fenomenologia della turbolenza: limite infrarosso ed ultravioletto. Limite ultravioletto: risultati esatti sulla rottura di simmetria di invarianza di scala (modi zero). Limite infrarosso: parametri rinormalizzati e metodo perturbativo a scale multiple per il loro calcolo esplicito.