UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BARI

DIPARTIMENTO DI

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN FISICA

REGOLAMENTO DIDATTICO A.A. 2016-2017

Art. 1 – Finalità

Il presente Regolamento didattico specifica gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Fisica (classe LM-30), secondo l'ordinamento definito nella Parte seconda del Regolamento didattico di Ateneo, nel rispetto della libertà d'insegnamento, nonché dei diritti-doveri dei docenti e degli studenti.

L'organo collegiale competente è il Consiglio Interclasse di Fisica, di seguito indicato "Consiglio" (o mediante l'acronimo "CIF"), che svolge la sua attività secondo quanto previsto dallo Statuto e dalle norme vigenti in materia, per quanto non disciplinato dal presente Regolamento.

Art. 2 – Obiettivi formativi specifici e descrizione del percorso formativo

Obiettivi formativi specifici

La laurea Magistrale in Fisica permette di completare la formazione generale acquisita nella laurea in Fisica consolidando le conoscenze di base negli ambiti caratterizzanti e di acquisire vaste ed approfondite conoscenze su argomenti di frontiera nel settore prescelto. La formazione del laureato magistrale in Fisica gli consente di accedere, direttamente o dopo una breve fase di inserimento, ad attività lavorative che richiedano una conoscenza approfondita delle principali teorie fisiche e del metodo scientifico, una mentalità aperta e flessibile, predisposta al rapido apprendimento di metodologie e tecnologie innovative, e la capacità di utilizzare attrezzature di laboratorio anche in ambito interdisciplinare. In questi contesti il laureato magistrale in Fisica sarà in grado non solo di palesare un ampio bagaglio di conoscenze fisiche specializzate, ma anche di dimostrare la propria competenza ed abilità nell'applicazione di tali conoscenze, unita alla capacità di mantenerne aggiornati i contenuti.

Il Corso di Laurea Magistrale in Fisica presenta una prima parte di attività formative che completano le conoscenze acquisite durante il corso di laurea triennale nei settori della Fisica Sperimentale, dei Metodi Matematici della Fisica, della Meccanica

Statistica, della Struttura della Materia ed in quei settori della Matematica e della Chimica di particolare importanza per la comprensione e la possibilità di applicazione delle teorie e dei modelli fisici. La seconda parte del percorso formativo si articola in curricula e/o indirizzi che corrispondono ai diversi campi di ricerca nei quali la nostra Università è particolarmente qualificata. In questi percorsi vengono studiati gli sviluppi teorici e sperimentali più importanti per il settore di riferimento e si svolgono attività di laboratorio differenziate nelle quali vengono sperimentate le più recenti e sofisticate metodiche di misura, analisi ed elaborazione dei dati e si acquisiscono tecniche di calcolo numerico e simbolico. Il percorso formativo si conclude con l'attività di tirocinio, che può svolgersi in laboratori dell'Università o di enti di ricerca o in aziende, e con la preparazione della prova finale, alla quale è dedicato oltre un semestre.

Risultati di apprendimento attesi

Tutte le attività formative presenti nel corso di laurea sono seguite da prove di verifica orali, scritte oppure di laboratorio. Pertanto l'acquisizione delle competenze specifiche sono in ogni caso sottoposte a verifica. Tali competenze specifiche sviluppate dal corso di laurea Magistrale in Fisica possono essere utilmente elencate, nel rispetto dei principi dell'armonizzazione europea, mediante il sistema dei descrittori di Dublino:

A: Conoscenza e capacità di comprensione, con riferimento a:

- Consolidamento delle conoscenza di Struttura della Materia, di Meccanica Statistica, di Fisica delle Particelle Elementari ed introduzione alla Quantizzazione dei Campi nel vuoto e nella materia condensata. Allo sviluppo di tali conoscenze concorrono attività formative caratterizzanti per circa 30 crediti nei settori di Fisica. La loro verifica avviene attraverso prove orali di esame individuale;
- Conoscenza degli strumenti matematici e informatici avanzati di uso corrente nei settori della ricerca di base e applicata. Tali strumenti sono acquisiti in attività formative comuni di Matematica e di Metodi Matematici della Fisica e in attività formative curriculari di laboratorio. La loro acquisizione viene verificata in prove orali e in prove pratiche di laboratorio;

Comprensione del metodo scientifico, della natura e delle modalità della ricerca in Fisica. Tale comprensione, che fa già parte del bagaglio culturale del laureato in Fisica, viene arricchita dal complesso degli insegnamenti dei settori di Fisica. La verifica avviene nelle prove di esame e nella prova finale.

B: Applicare nella pratica conoscenze e comprensione, con riferimento a:

- Capacità di identificare gli elementi essenziali di un fenomeno, in termini di ordine di grandezza e di livello di approssimazione necessario, ed essere in grado di effettuare le approssimazioni richieste. Tale capacità viene approfondita e specializzata nei vari indirizzi e verificata, in particolare, nelle prove relative ai laboratori curricolari.
- Capacità di utilizzare lo strumento della analogia per applicare soluzioni conosciute a problemi nuovi (problem solving). Tale capacità si acquisisce nello studio degli sviluppi della Fisica moderna e può essere verificata nelle prove di esame, nelle quali vengono sempre proposti problemi non precedentemente affrontati, e nella prova finale;

- Capacità di progettare e di mettere in atto procedure sperimentali o teoriche per risolvere problemi della ricerca accademica e industriale o per il miglioramento dei risultati esistenti. Tale capacità si acquisisce nelle attività formative curricolari di Fisica Teorica, di Fisica Nucleare e Subnucleare e di Fisica della Materia e può essere verificata nel corso del lavoro di tesi per la prova finale;
- Capacità di utilizzo di strumenti di calcolo matematico analitico e numerico e delle tecnologie elettroniche e informatiche e la loro applicazione all'acquisizione dei dati sperimentali. Già presente nei requisiti d'ingresso, tale abilità viene approfondita in attività formative presenti finalizzate all'acquisizione di capacità pratiche presenti in ciascun curriculum e verificata nelle relative prove.

C: Autonomia di giudizio, con riferimento a:

- Capacità di lavorare con crescenti gradi di autonomia, anche assumendo responsabilità nella programmazione di progetti e nella gestione di strutture. Essa viene acquisita grazie alla presenza di docenti altamente qualificati coinvolti in attività di ricerca scientifica di livello internazionale in ciascun settore e in ciascun curriculum. Essa viene verificata dai tutori nelle attività di tesi e di tirocinio, in particolare quelle che si sviluppano nell'ambito di grandi progetti di ricerca;
- Consapevolezza dei problemi di sicurezza nell'attività di laboratorio. Essa viene acquisita e verificata nei corsi di laboratorio, i quali, nel corso magistrale, possono presentare aspetti di maggiore complessità rispetto al corso triennale. La verifica avviene nelle prove pratiche di laboratorio;
- Sviluppo del senso di responsabilità attraverso la scelta dei corsi opzionali, delle attività di tirocinio e dell'argomento della tesi di laurea. Un suo indicatore è la coerenza del curriculum finale degli studi.

D: Abilità nella comunicazione, con riferimento a:

- Acquisizione di competenze nella comunicazione in lingua italiana e in lingua inglese nei settori avanzati della Fisica. Essa viene appresa nell'ascolto delle lezioni e attraverso lo studio di testi avanzati, spesso in Inglese, per i corsi comuni e curricolari. Può essere valutata dalla capacità di esposizione, di sintesi e di uso corretto dei termini scientifici;
- Capacità di presentare una propria attività di ricerca o di rassegna ad un pubblico di specialisti o di profani. Tale capacità viene verificata nella prova finale;
- Capacità di lavorare in un gruppo interdisciplinare, adeguando le modalità di espressione a interlocutori di diversa cultura. L'attività di tesi e di tirocinio si sviluppa in collaborazioni con figure in possesso di differenti competenze e, spesso, di varie discipline.

E: Capacità di apprendere, con riferimento a:

- Acquisizione di strumenti conoscitivi di base per l'aggiornamento continuo delle conoscenze. Al termine dell'itinerario magistrale, lo studente ha acquisito, in tutti i corsi e nella preparazione della tesi di laurea, competenze di base e curricolari che gli consentono di accedere alla letteratura specializzata nel campo prescelto e in campi

scientificamente vicini. Può essere verificata a livello dell'attività di tirocinio e della prova finale.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti

I laureati magistrali in Fisica possono svolgere:

- attività di ricerca, progettazione, gestione e manutenzione in aziende operanti nei settori avanzati della fisica dei nuclei, delle particelle elementari, della materia, dell'energetica, della fotonica, delle nanotecnologie, della microelettronica, delle telecomunicazioni e delle tecniche computazionali, spaziali e satellitari;
- attività di promozione e gestione di programmi innovativi nei settori dell'ambiente, dei beni culturali e della pubblica amministrazione;
- attività di divulgazione scientifica ad alto livello con particolare riferimento agli aspetti teorici, sperimentali ed applicativi della fisica classica e moderna;
- attività con responsabilità dirette nell'ambito della promozione dell'innovazione e della ricerca nelle Università, in Istituzioni di Alta Formazione e in Enti di Ricerca nazionali ed internazionali.

Il laureato magistrale in Fisica può accedere al dottorato di ricerca in Fisica e alla Scuola di Specializzazione in Fisica Medica e ai Tirocini Formativi attivi per la formazione degli insegnanti della Scuola secondaria.

Art. 3 – Requisiti per l'ammissione, modalità di verifica e recupero dei debiti formativi

Il corso di studi è a numero aperto. Gli studenti che intendono iscriversi al Corso di Laurea Magistrale in Fisica devono essere in possesso di uno fra i seguenti titoli conseguiti presso una Università italiana, o altro titolo di studio conseguito all'estero e ritenuto ad essi equivalenti: laurea della classe 30 ai sensi del D.M. 270/2004 o della classe 25 ai sensi del D.M. 509/1999.

Riguardo agli specifici requisiti curriculari, l'ammissione è consentita se la carriera dello studente soddisfa quanto indicato di seguito:

- conseguimento di un numero minimo di crediti nelle attività formative di base e caratterizzanti: 18 nel settore MAT/05, 5 nel settore CHIM/03, 50 nel settore FIS/01, 25 nel settore FIS/02, 6 nel settore FIS/03, 6 nel settore FIS/04.

Il corso di laurea presuppone:

1. una adeguata conoscenza dell'Analisi Matematica, della Geometria e dell'Algebra lineare nonché le nozioni di base della Chimica Generale;

2. un'approfondita conoscenza della Meccanica Classica, della Termodinamica, dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica;

3. la conoscenza delle tecniche sperimentali e delle teorie della Fisica Classica e Moderna

4. la conoscenza delle basi dell'Elettronica analogica;

5. la conoscenza della Teoria della Relatività Ristretta, della Meccanica Quantistica e dei suoi metodi di calcolo, nonché di elementi di Meccanica Statistica e di Metodi Matematici;

6. la comprensione in ambito scientifico della lingua inglese;

7. la capacità di utilizzo degli strumenti informatici di calcolo.

Art. 4 – Crediti formativi e frequenza

A ciascun credito formativo universitario corrispondono 25 ore di impegno complessivo per studente.

La ripartizione dell'impegno orario dello studente per ciascun credito formativo tra attività didattica assistita e studio individuale è articolato nel seguente modo:

Attività formativa	Didattica assistita	Studio individuale
Lezioni in aula	8	17
Esercitazioni numeriche	15	10
Esercitazioni laboratoriali	15	10
Prova finale	0	25

I crediti formativi corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente previo il superamento dell'esame o a seguito di altra forma di verifica della preparazione o delle competenze conseguite.

La frequenza ai corsi è fortemente raccomandata ed è obbligatoria per i moduli di laboratorio. La frequenza si intende acquisita se lo studente ha partecipato almeno a due terzi dell'attività didattica del corso d'insegnamento.

Il Consiglio si riserva di studiare e quindi di predisporre piani di studi che consentano agli studenti impegnati a tempo parziale, di acquisire i CFU in tempi diversificati e comunque maggiori rispetto a quelli previsti dal piano di studi ufficiale.

Art. 5 – Piano di studi e propedeuticità

In allegato a questo Regolamento si riporta l'elenco degli insegnamenti con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari di riferimento, l'eventuale articolazione in moduli, gli obiettivi specifici e i crediti di ciascun insegnamento, la ripartizione in anni, l'attività formativa di riferimento (di base, caratterizzante ecc..), il piano di studi ufficiale e ogni altra indicazione ritenuta utile ai fini indicati.

Si raccomanda fortemente agli studenti di sostenere esami o prove di verifica secondo la sequenza dei corsi così come indicati nel piano di studio.

Lo studente è obbligato a rispettare soltanto le propedeuticità di alcune prove di verifica così come di seguito elencato:

- Le prove dei corsi d'insegnamento del I semestre del I anno sono propedeutiche a quelle dei corsi dei semestri successivi appartenenti allo stesso settore scientifico disciplinare, con esclusione dei corsi annuali del I anno.
- La prova di Laboratorio di Elettronica è propedeutica a quella di Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare

Art. 6 – Curricula e Piani di studio individuali

Il Corso di Laurea Magistrale in Fisica è articolato nei seguenti curricula:

1) Fisica Teorica Generale;
2) Fisica Nucleare, Subnucleare e Astroparticellare;
3) Fisica della Materia e Applicata.

Tra le attività formative a scelta dello studente, il Consiglio propone alcuni corsi d'insegnamento. Se lo studente intende avvalersi di altre attività formative, deve farne richiesta al Consiglio il quale valuterà se esse, come prescritto dall'art. 10 del DM 270/2004, siano coerenti con il progetto formativo.

I crediti acquisiti a seguito di esami eventualmente sostenuti con esito positivo per insegnamenti aggiuntivi rispetto a quelli conteggiabili ai fini del completamento del percorso che porta al titolo di studio rimangono registrati nella carriera dello studente e possono dare luogo a successivi riconoscimenti ai sensi della normativa in vigore. Le valutazioni ottenute non rientrano nel computo della media dei voti degli esami di profitto.

Il Consiglio può riconoscere altre forme di verifica dei requisiti di accesso alla cui progettazione e realizzazione abbiano concorso Università statali o legalmente riconosciute.

Art. 7 - Programmazione didattica

Il periodo per lo svolgimento di lezioni, esercitazioni, seminari, attività di laboratorio è stabilito, anno per anno, nel Manifesto degli Studi. Attività di orientamento, propedeutiche, integrative, di preparazione e sostegno degli insegnamenti ufficiali, nonché corsi intensivi e attività speciali, possono svolgersi anche in altri periodi, purché sia così deliberato dalle strutture competenti.

Le lezioni si svolgono in forma tradizionale senza uso di teledidattica.

Gli esami di profitto e ogni altro tipo di verifica soggetta a registrazione previsti per il corso di laurea possono essere sostenuti solo successivamente alla conclusione dei relativi insegnamenti.

Lo studente in regola con l'iscrizione e i versamenti relativi può sostenere, senza alcuna limitazione numerica, tutti gli esami e le prove di verifica per i quali possieda

l’attestazione di frequenza, ove richiesta, che si riferiscano comunque a corsi di insegnamento conclusi e nel rispetto delle eventuali propedeuticità.

L’orario delle lezioni, da fissarsi tenendo conto delle specifiche esigenze didattiche e delle eventuali propedeuticità, è stabilito con almeno 30 giorni di anticipo rispetto allo svolgimento lezioni. Le date degli esami di profitto e delle prove di verifica sono stabilite con almeno 60 giorni di anticipo rispetto allo svolgimento delle prove e delle lezioni. Il numero annuale degli appelli, almeno quattro per ogni sessione di esame, e la loro distribuzione entro l’anno sono stabiliti evitando la sovrapposizione con i periodi di lezioni. Per gli studenti “fuori corso”) sono previsti ulteriori appelli nei periodi di lezione.

Le prove finali si svolgono sull’arco di almeno tre appelli distribuiti nei seguenti periodi: da maggio a luglio; da ottobre a dicembre; da febbraio ad aprile.

Art. 8 – Verifiche del profitto

Gli esami orali consistono in quesiti relativi ad aspetti teorici disciplinari.

Gli esami scritti consistono in problemi per risolvere i quali lo studente necessita non solo di avere le conoscenze teoriche disciplinari e di averle comprese, ma anche di saperle applicare, nel senso di essere in grado di compiere la scelta più opportuna tra i diversi metodi di soluzione che gli sono stati presentati nelle esercitazioni.

Nel caso degli esami relativi a corsi che comprendono attività di laboratorio gli studenti discutono anche gli elaborati sulle esperienze pratiche. In alcuni casi viene proposta la ripetizione di un esperimento o la costruzione di un piccolo apparato. Nei corsi nei quali si insegnano competenze computazionali e/o informatiche si richiede la capacità di risolvere un problema con l'utilizzo del computer.

Il Consiglio favorisce lo svolgimento di tirocini formativi presso aziende pubbliche o private, nazionali o estere; sono inoltre possibili attività di progetto da svolgersi presso i laboratori dei Dipartimenti Universitari. Il Consiglio, sulla base dello specifico programma di lavoro previsto definirà, in conformità a quanto previsto dal Piano di Studi, il numero di crediti formativi da assegnare a questa tipologia di attività formativa.

Lo svolgimento del tirocinio/attività di progetto è attività formativa obbligatoria; i risultati ottenuti vengono verificati attraverso attestati di frequenza e/o relazioni sulla attività svolta.

I risultati dei periodi di studio all’estero verranno esaminati dal CI in base ai programmi presentati dallo studente, cui verrà riconosciuto un corrispettivo in CFU coerente con l’impegno sostenuto per le attività formative frequentate all’estero ed una votazione in trentesimi equivalente a quella riportata eventualmente con diversi sistemi di valutazione.

Si terrà comunque conto della coerenza complessiva dell’intero piano di studio all’estero con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Fisica piuttosto che la perfetta corrispondenza dei contenuti tra le singole attività formative.

I CFU acquisiti hanno, di norma, validità per un periodo di 8 (otto) anni dalla data dell'esame. Dopo tale termine il Consiglio dovrà verificare l'eventuale obsolescenza dei

contenuti conoscitivi provvedendo eventualmente alla determinazione di nuovi obblighi formativi per il conseguimento del titolo.

Art. 9 – Prova finale e conseguimento del titolo

La tesi di laurea è un elaborato scritto su un argomento di fisica, risultato di un lavoro di approfondimento personale del candidato, seguito da un relatore. Può trattarsi di una tesi di ricerca o di rassegna. Una tesi di ricerca consiste in un lavoro di ricerca originale, teorico sperimentale.

Una tesi di rassegna consiste in un lavoro di rassegna su un argomento di ricerca contemporaneo, basato sullo studio di fonti originali (articoli di rivista, etc.), nel quale sono presenti osservazioni critiche originali sul materiale elaborato, meglio se accompagnate da valutazioni quantitative per quello che concerne confronti di tecniche o modelli analizzati nella rassegna. In ogni caso il carico di lavoro complessivo per lo studente deve essere equivalente a circa 6-8 mesi di lavoro a tempo pieno, corrispondenti alla somma dei crediti attribuiti alla prova finale e al tirocinio interno.

La tesi di laurea consta di circa 100 pagine stampate fronte-retro. Deve essere redatta in lingua italiana o, qualora il candidato lo ritenga opportuno, in lingua inglese, previa approvazione da parte del Consiglio.

Per accedere alla prova finale lo studente deve presentare alla segreteria del Consiglio Interclasse di Fisica il modulo di richiesta di tesi di laurea, debitamente compilato per la parte curriculare e per la parte di proposta di argomento di tesi e di tirocinio, allegando una dichiarazione del relatore di disponibilità a seguire l'attività di tesi contenente una proposta di controrelatore, almeno 8 mesi prima della seduta di laurea. Al momento della richiesta lo studente deve aver acquisito almeno 60 crediti. Il Consiglio Interclasse darà il suo parere vincolante sulla proposta nella prima riunione successiva alla domanda e assegnerà un controrelatore.

I moduli da compilare si possono scaricare dal sito web dei corsi di laurea in Fisica (http://beta.fisica.uniba.it/cdlf) o si possono ritirare dalla segreteria del Consiglio Interclasse di Fisica. Il modulo di tirocinio deve essere debitamente compilato facendo riferimento alla convenzione tra il Dipartimento e l'Ente di Ricerca o l'azienda presso il quale esso si svolge.

Il voto di laurea

La valutazione finale terrà conto dell'intero percorso degli studi e delle competenze, conoscenze ed abilità acquisite. Lo strumento di valutazione del curriculum è la media pesata dei voti ottenuti negli esami di profitto; il lavoro di tesi viene invece valutato dalla Commissione di Laurea. Il voto finale si ottiene quindi a partire da due contributi:

a. M_{esami}, ovvero la media pesata, espressa in trentesimi, dei voti ottenuti dallo studente negli esami che implicano una valutazione numerica, ciascun voto essendo pesato proporzionalmente al numero dei crediti del relativo esame;

b. V_{tesi}, ovvero la valutazione del lavoro di tesi da parte della Commissione di Laurea, espressa in trentesimi, ottenuta come segue:
$V_{tesi} = (V_{relatore} + V_{controrelatore} + V_{Commissione}) /3$, dove
   - $V_{relatore}$ è la valutazione del relatore, relativa a tutti gli aspetti del lavoro di tesi, espressa in trentesimi;
   - $V_{controrelatore}$ è la valutazione, espressa in trentesimi, del controrelatore;
   - $V_{Commissione}$ è la valutazione della presentazione e della discussione della tesi di laurea da parte della Commissione di Laurea, ottenuta come media dei voti espressi in trentesimi da tutti i membri della Commissione (compresi eventualmente relatore e controrelatore).

Indicando con CFU_{esami} il numero di crediti corrispondenti agli esami di profitto e CFU_{tesi} il numero di crediti corrispondenti al lavoro di tesi e al tirocinio, il voto finale in centodecimi si ottiene da:

$$V_{finale} = (CFU_{esami}\ M_{esami} + CFU_{tesi}\ V_{tesi})/(\ CFU_{esami} + CFU_{tesi}\ )\ 110/30 + V_{tesi}/6 + V_{curriculare}$$

L'espressione precedente pesa il curriculum dello studente e la valutazione della Commissione di Laurea secondo i corrispondenti CFU; essa attribuisce al voto di tesi un valore aggiuntivo pari, al massimo, a 5 punti su 110, per tener conto dell'importanza della tesi nel corso di laurea magistrale. La velocità curriculare viene incentivata riconoscendo il premio alla carriera $V_{curriculare}$ pari a 1 agli studenti che si laureino in corso entro la sessione straordinaria del II anno.

Qualora il candidato abbia superato 111, il relatore può proporre che il voto finale sia 110 e lode; tale proposta deve essere approvata all'unanimità dalla Commissione di Laurea. Negli altri casi, V_{finale} deve essere arrotondato all'intero più vicino (≤110) per ottenere il voto finale.

Art. 10 – Riconoscimento di crediti

Il Consiglio delibera sul riconoscimento dei crediti nei casi di trasferimento da altro ateneo, di passaggio ad altro corso di studio o di svolgimento di parti di attività formative in altro ateneo italiano o straniero, anche attraverso l'adozione di un piano di studi individuale.

Il Consiglio delibera altresì sul riconoscimento della carriera percorsa da studenti che abbiano già conseguito il titolo di studio presso l'Ateneo o in altra università italiana e che chiedano, contestualmente all'iscrizione, l'abbreviazione degli studi. Questa può essere concessa previa valutazione e convalida dei crediti formativi considerati riconoscibili in relazione al corso di studio prescelto.

Relativamente al trasferimento degli studenti da un altro corso di studio, ovvero da un'altra Università, il Consiglio assicura il riconoscimento del maggior numero possibile dei crediti già acquisiti dallo studente, secondo criteri e modalità previsti, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute.

Esclusivamente nel caso in cui il trasferimento dello studente sia effettuato tra corsi di studio appartenenti alla medesima classe, la quota di crediti relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti allo studente non può essere inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% è riconosciuta solo se il corso di provenienza risulta accreditato ai sensi del Regolamento ministeriale di cui all'art.2, comma 148, del decreto-legge 3 ottobre 2006, n.262, convertito dalla legge 24 novembre 2006, n.286.

I crediti eventualmente conseguiti non riconosciuti ai fini del conseguimento del titolo di studio rimangono, comunque, registrati nella carriera universitaria dell'interessato.

Gli eventuali crediti non corrispondenti a corsi inclusi nel Piano di Studi potranno anche essere impiegati, a discrezione dello studente, per l'accreditamento delle attività formative a scelta.

Può essere concessa l'iscrizione al II anno allo studente al quale siano stati riconosciuti almeno 38 crediti. Possono essere riconosciuti come crediti, nella misura stabilita dagli ordinamenti didattici dei corsi di studio, conoscenze e abilità professionali certificate ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post secondario alla cui progettazione e realizzazione l'Ateneo abbia concorso, per un massimo di 8 crediti.

Art. 11 Iscrizione agli anni successivi

Per l'iscrizione al successivo anno del Corso di studio, non è richiesta l'acquisizione di un numero minimo di CFU.

Art. 12 – Valutazione dell'attività didattica

Il Consiglio attua forme di valutazione della qualità delle attività didattiche. Per tale valutazione il Consiglio si avvale delle eventuali iniziative di Ateneo, e può attivarne di proprie.

Il Consiglio si avvale delle seguenti forme di valutazione dell'attività didattica:

- questionario degli studenti riguardante la valutazione degli insegnamenti;
- colloquio con il docente responsabile dell'insegnamento.

Art. 13 – Disposizioni finali

Per tutto quanto non previsto nel presente Regolamento didattico si rinvia alle norme di legge, allo Statuto, al Regolamento generale di Ateneo, al Regolamento didattico di Ateneo e al Regolamento didattico di Dipartimento.

Allegato

Piano di studi 2016-2017

Sul sito web del corso di laurea si possono trovare tutti i dettagli relativi agli insegnamenti e ai docenti.

CURRICULUM FISICA TEORICA GENERALE

Primo Anno

I semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	Attività Formative		Crediti				Prova di Valutazione
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
1. Metodi Matematici della Fisica	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
2. Struttura della Materia	FIS/03	b	6	5	1		esame con voto
3. Meccanica Statistica	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
4. Metodi Probabilistici della Fisica	MAT/06	c	6	5	1		esame con voto
5. Fisica Teorica mod. A: Teoria Quantistica dei Campi	FIS/02	b	6	5	1		Prova in itinere

II semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	Attività Formative		Crediti				Prova di Valutazione
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
5. Fisica Teorica mod. B: Campi quantistici in interazione	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
6. Teorie Cinetiche del Trasporto	CHIM/03	c	6	5	1		esame con voto
7. Laboratorio di Fisica Computazionale	FIS/01	b	6	4		2	esame con voto
8.Meccanica Quantistica Avanzata	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
9. Meccanica Statistica Avanzata	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto

Secondo Anno

I semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	**Attività Formative**		**Crediti**				**Prova di Valutazione**
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
10. Relatività Generale	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
11. Modello Standard	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
12. Corsi a scelta dello studente vedi tabella a) (**)		d	8				esami con voto
Tirocinio		f	8				frequenza

II semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	**Attività Formative**		**Crediti**				**Prova di Valutazione**
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
Prova finale		e	32				esame di laurea

CURRICULUM FISICA NUCLEARE, SUBNUCLEARE E ASTROPARTICELLARE

Primo Anno

I semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	Attività Formative		Crediti				Prova di Valutazione
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
1. Metodi Matematici della Fisica	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
2. Struttura della Materia	FIS/03	b	6	5	1		esame con voto
3. Fisica delle Particelle Elementari	FIS/01	b	6	5	1		esame con voto
4. Metodi Probabilistici della Fisica	MAT/06	c	6	5	1		esame con voto
5. Fisica Teorica mod. A: Teoria Quantistica dei Campi	FIS/02	b	6	5	1		Prova in itinere

II semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	Attività Formative		Crediti				Prova di Valutazione
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
5. Fisica Teorica mod. B: Campi quantistici in interazione	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
6. Teorie Cinetiche del Trasporto	CHIM/03	c	6	5	1		esame con voto
7. Laboratorio di Elettronica	FIS/01	b	6	4		2	esame con voto
8. Astrofisica delle Alte Energie	FIS/04	b	6	5	1		esame con voto
9. Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali	FIS/01	b	6	5	1		esame con voto

Secondo Anno

I semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	**Attività Formative**		**Crediti**				**Prova di Valutazione**
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
10. Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare	FIS/04	b	6	4		2	esame con voto
11. corso a scelta tra							
Laboratorio di analisi dati	FIS/01	b	6	3		3	esame con voto
Laboratorio di acquisizione dati	FIS/01	b	6	2		4	esame con voto
12. Corsi a scelta dello studente vedi tabella a) (**)		d	8				esami con voto
Tirocinio		f	8				frequenza

II semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	**Attività Formative**		**Crediti**				**Prova di Valutazione**
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
Prova finale		e	32				esame di laurea

CURRICULUM FISICA DELLA MATERIA E APPLICATA

Piano di studi FISICA DELLA MATERIA

Primo Anno

I semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	Attività Formative		Crediti				Prova di Valutazione
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
1. Metodi Matematici della Fisica	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
2. Struttura della Materia	FIS/03	b	6	5	1		esame con voto
3. Meccanica Statistica	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto
4. Metodi Probabilistici della Fisica	MAT/06	c	6	5	1		esame con voto
5. Teoria Quantistica dei Campi	FIS/02	b	6	5	1		esame con voto

II semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	Attività Formative		Crediti				Prova di Valutazione
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
6. Fisica della Stato Solido	FIS/03	b	6	5	1		esame con voto
7. Strutturistica chimica	CHIM/03	c	6	5	1		esame con voto
8. Laboratorio di Elettronica	FIS/01	b	6	4		2	esame con voto
9. Ottica Moderna							esame con voto
mod. A Ottica non lineare e Spettroscopia	FIS/01	b	6	4	2		
mod. B Optoelettronica e Nanotecnologie	FIS/01	b	6	5	1		

Secondo Anno

I semestre

Moduli e Discipline di	Attività Formative	Crediti	Prova

Insegnamento	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	**di Valutazione**
10. Fisica dei laser	FIS/01	b	6	5		1	esame con voto
11. Laboratorio di Ottica Moderna	FIS/01	b	6	4		2	esame con voto
12. Corsi a scelta dello studente vedi tabella a) (**)		d	8				esami con voto
Tirocinio		f	8				frequenza

II semestre

Moduli e Discipline di Insegnamento	**Attività Formative**		**Crediti**				**Prova di Valutazione**
	Settore Disciplinare	Tip. (*)	Tot	Lez	Es	Lab	
Prova finale		e	32				esame di laurea

Piano di studi FISICA APPLICATA

I corsi n. 6, 9 e 10 sono sostituiti rispettivamente da:

6. Dispositivi a Semiconduttore	FIS/03	b	6	5	1		esame con voto

9. Fisica Medica mod.A: Elaborazione di Segnali e immagini mod. B: Fisica Sanitaria	 FIS/01 FIS/01	 b b	 6 6	 5 5	 1 1		esame con voto

10. Laboratorio di acquisizione dati	FIS/01	b	6	2		4	esame con voto

Tabella a): Corsi a scelta dello studente consigliati per tutti i curricula

Fondamenti di Ottica Quantistica	FIS/08	d	4	3		1	esame con voto
Fisica Astroparticellare	FIS/02	d	4	4			esame con voto
Cosmologia	FIS/02	d	4	4			esame con voto
Fisica dei Raggi Cosmici	FIS/01	d	4	4			esame

							con voto
Apparati della Fisica Nucleare e Subnucleare	FIS/04	d	4	4			esame con voto
Misure nucleari	FIS/04	d	4	4			esame con voto
Applicazioni fisiche della Teoria dei Gruppi	FIS/02	d	4	4			esame con voto
Calcolo ad alte prestazioni per la Fisica	FIS/01	d	4	4			esame con voto
Metodi ed applicazioni della teoria dei campi quantistici	FIS/02	d	4	3	1		esame con voto
Elementi di Metodologia Didattica per la Fisica	FIS/08	d	4	4			esame con voto

Note

(*) La tipologia degli insegnamenti riportata nel Piano di Studi fa riferimento all'art. 10 del DM 270/2004:

a) attività formative in uno o più ambiti disciplinari relativi alla formazione di base;

b) attività formative in uno o più ambiti disciplinari caratterizzanti la classe;

c) attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi di quelli caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare;

d) attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo;

e) attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio e, con riferimento alla laurea, alla verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera oltre l'italiano;

f) attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, tra cui, in particolare, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto del Ministero del Lavoro 25 marzo 1998, n. 142.

(**) Le attività a scelta dello studente non sono vincolate al I semestre del II anno, anche se il Consiglio Interclasse di Fisica proporrà dei corsi che si svolgeranno in tale semestre. Vedi art. 6 del Regolamento Didattico.

INSEGNAMENTI

Tutti gli insegnamenti sono elencati e descritti sul sito web del CIF (http://beta.fisica.uniba.it/cdlf/FisicaSpecialisticaMagistrale.aspx)

Meccanica Statistica

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi teoriche delle principali distribuzioni statistiche classiche e quantistiche. Acquisizione delle tecniche di applicazione delle distribuzioni statistiche per studio di sistemi classici e quantistici, metodi per la descrizione di transizioni di fase continue. Capacità di applicazione delle tecniche matematiche per la descrizione di fenomeni termodinamici generali quali, ad es., equazione di stato di gas non ideali, condensazione di sistemi quantistici, transizioni di fase continue. Capacità di riconoscere e apprezzare i fondamenti microscopici della descrizione di sistemi macroscopici classici e quantistici e degli effetti delle correlazioni.

Struttura della Materia

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Il corso è organizzato in due parti: nella prima si illustrano i principi fondamentali della fisica del laser, si descrive la tecnologia di base ed una veloce illustrazione delle principali caratteristiche dei diversi laser in commercio. Nella seconda parte si illustrano alcune applicazioni e sono organizzate visite nei laboratori Laser del Dipartimento.

Metodi Matematici della Fisica

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Il corso ha un duplice obiettivo: da un lato quello formativo, con riferimento a strutture matematiche moderne tipiche dell'analisi funzionale, in particolare agli spazi di Hilbert, dall'altro di fornire strumenti matematici necessari per affrontare problemi più avanzati della Fisica Moderna. I risultati di apprendimento attesi riguardano, in particolare, una comprensione più approfondita della struttura della Meccanica Quantistica e la padronanza di tecniche di calcolo approssimato più avanzate e generali.

Fisica Teorica (mod. A: Teoria Quantistica dei Campi + mod. B: Campi quantistici in interazione)

Crediti: 12 (6 mod.A + 6 mod.B)

Obiettivi formativi specifici: Il corso ha il duplice obiettivo di fornire una adeguata introduzione alla Teoria Quantistica dei Campi e di evidenziarne le molteplici applicazioni

in fisica moderna. Si parte dallo studio delle simmetrie, per poi analizzare la formulazione delle teorie di campo classiche. Si introduce quindi il formalismo di seconda quantizzazione dei campi, per passare all'analisi perturbativa ed ai diagrammi di Feynman. Infine si delinea la formulazione dell'integrale sui cammini. Conoscenza e capacità di comprensione: si richiedono conoscenze di meccanica quantistica, di spazi di Hilbert e di teoria elementare dei gruppi. Il corso B, invece, costituisce una introduzione alla teoria dei campi quantizzati nel formalismo cosiddetto canonico e si pone come scopo lo studio dei diagrammi di Feynman come metodo di calcolo perturbativo dei processi fisici elementari. Nella prima parte del corso si introduce la quantizzazione canonica del campo di Klein-Gordon, la quantizzazione del campo di Dirac e di quello elettromagnetico. Nella seconda parte si introducono i campi in interazione e la matrice S come descrizione formale dell'interazione in forma operatoriale. Attraverso la tecnica di riduzione si perviene alla struttura dell'elemento di matrice S come valore di aspettazione nel vuoto di un prodotto ordinato temporalmente di stati di interazione. Si introduce infine il metodo perturbativo tramite la matrice di Dyson e i diagrammi di Feynman come rappresentazione grafica dei termini della serie perturbativa. Anche questo corso è accompagnato da esercitazioni che introducono al calcolo dei diagrammi più semplici di alcuni processi elementari. Si richiede implicitamente la capacità di saper formalizzare concetti fisici tramite modelli astratti. Si intende fornire una forte autonomia di giudizio nel valutare l'applicabilità delle tecniche di analisi introdotte ai più svariati fenomeni e campi di indagine (alte energie, meccanica statistica, fisica dello stato solido, teorie di campo).

Teorie Cinetiche del Trasporto

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi teoriche delle diverse teorie di trasporto. Acquisizione delle tecniche di soluzione delle equazioni di trasporto. Capacità di scrivere autonomamente programmi Monte Carlo per il trasporto di particelle. Capacità di applicare le teorie a casi concreti quali trasporto di neutroni, di impurezze in mezzi gassosi, di elettroni in rivelatori di radiazione Autonomia di giudizio. Capacità di riconoscere i limiti delle diverse teorie di trasporto • Capacità di esprimere opinioni basate su metodi quantitativi su problematiche di interesse attuale, e.g. la sicurezza dei reattori nucleari e la produzione di energia.

Metodi Probabilistici della Fisica

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Conoscenza e capacità di comprensione: Conoscenza del Calcolo delle probabilità e del calcolo differenziale stocastico. Equazioni differenziali stocastiche e loro soluzioni. Familiarità con i principali processi di Markov: Wiener, Poisson, Ornstein-Uhlenbeck. Sistemi lineari e tecniche di filtraggio. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Capacità di formalizzazione di modelli probabilistici. Capacità di applicazione del calcolo stocastico e delle principali tecniche di filtraggio di segnali aleatori. Autonomia di giudizio: Autonomia nella formulazione di modelli probabilistici e nella descrizione di fenomeni stocastici dipendenti dal tempo. Autonomia

nell'affrontare altre discipline (Meccanica Statistica, Teorie di campo …) con tecniche rigorose.

Laboratorio di Elettronica

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Approfondimenti di alcuni argomenti dell'Elettronica analogica e delle relativa applicazioni. Approfondimenti dei metodi di analisi e progettazione di reti analogiche complesse ad elementi attivi. Acquisizione della padronanza nell'utilizzo di un software professionale per la simulazione delle reti elettriche (Pspice) Capacità di applicare le tecniche elettroniche per la soluzione di problemi concreti di interesse sia della ricerca in fisica che delle applicazioni industriali, mediche, ambientali. Acquisire la sensibilità a ideare modelli elettronici di strumenti e processi fisici, biologici, ecc. Acquisire una solida preparazione su argomenti di elettronica complessi e per specifiche applicazioni. Acquisire una buona conoscenza delle tecnologie correnti. Capacità di analizzare un problema e di proporre la soluzione elettronica (circuitale e tecnologica) più adatta • Saper individuare le ragioni delle differenze tra le previsioni dei modelli ed il comportamento delle reti reali, individuando con sicurezza gli elementi di circuito parassiti.

Ottica Moderna (mod.A: Ottica non Lineare e Spettroscopia + mod. B: Optoelettronica e Nanotecnologie)

Crediti: 12 (6 mod.A + 6 mod.B)

Obiettivi formativi specifici: conoscenza dei modelli fenomenologici dell'interazione non lineare radiazione-materia alla scala da 0.1 a 10 eV sia in regime risonante che non risonante, delle basi del modello quantistico della radiazione elettromagnetica e delle sua specificità rispetto al modello classico. Conoscenza dei fenomeni elementari di interazione radiazione-materia, scegliendo opportunamente il modello di riferimento più efficace. Abilità nella soluzione di problemi complessi e mai presentati cercando la soluzione più diretta ed efficace. Conoscenza del sistema base di comunicazione con fibra ottica. Conoscenza della teria dei laser a semiconduttore.

Fisica Medica mod. A: Elaborazione di segnali e immagini + mod. B: Fisica Sanitaria)

Crediti: 12 (6 mod.A + 6 mod.B)

Obiettivi formativi specifici: Mod. A. Conoscenza e capacità di comprensione degli strumenti matematici ed informatici avanzati di uso corrente nel settore della elaborazione dei segnali ed immagini. Capacità di progettare ed utilizzare gli strumenti suddetti a problemi nuovi ed in settori diversi, dalla fisica delle alte energie alla fisica medica ed il telerilevamento.

La Radioprotezione è una disciplina che trova applicazione in ogni pratica in cui viene fatto uso delle radiazioni ionizzanti: dall'impianto nucleare, al reparto ospedaliero di medicina nucleare. L'obiettivo che il corso mod. B si propone è quello di fornire i fondamenti della

Radioprotezione. Gli studenti devono acquisire familiarità con nuove grandezze fisiche non incontrate in altri corsi e deve crescere in loro la sensibilità verso le problematiche associate alle misure e alle valutazioni radioprotezionistiche. Per questi motivi agli studenti verranno illustrati i principi di funzionamento degli strumenti più diffusi e le corrette modalità d'impiego. Le considerazioni e valutazioni dosimetriche saranno infine confrontate con i limiti ed i vincoli imposti dalla normativa nazionale.

Strutturistica Chimica

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: acquisizione di una buona conoscenza delle proprietà di simmetria delle molecole. Acquisizione di alcuni strumenti per la comprensione degli spettri molecolari Raman/IR mediante l'uso della teoria dei gruppi. Utilizzo delle metodologie apprese nel corso per l'individuazione di strutture molecolari dal confronto tra il comportamento previsto teoricamente e i dati sperimentali. Capacità di raccogliere, interpretare e valutare dati scientifici.

Fisica dello Stato Solido

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Capacità di inquadrare un fenomeno avente alla base il trasporto di portatori di carica e di delineare la teoria necessaria per la sua comprensione. Capacità di riconoscere se un materiale si comporta come conduttore, semiconduttore o isolante in relazione alle sue proprietà elettriche ed ottiche. Capacità di individuare un materiale in funzione delle proprietà di un dispositivo. Competenza nel modo di trattare un argomento del corso. Proprietà di espressione nella presentazione e divulgazione delle nozioni di base della disciplina.

Dispositivi a semiconduttore

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Conoscenza delle basi delle tecniche di crescita di cristalli semiconduttori e dei dispositivi basati su tali materiali. Acquisizione delle tecniche di analisi dei materiali e dei dispositivi. Conoscenza di materiali e dispositivi a semiconduttore innovativi basati su nanotecnologie. Studio e analisi delle diverse tecniche nell'ambito della realizzazione ed analisi di dispositivi. Capacità di riconoscere e apprezzare le tecniche presenti sia in laboratori di ricerca che in ambito produttivo dei dispositivi a semiconduttore. Saper cogliere gli aspetti correlati ai risultati attesi e ai costi di attuazione.

Fisica delle Particelle Elementari

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Si avvale di alcuni prerequisiti presenti nei corsi di "Istituzioni di Fisica Nucleare e Subnucleare", svolto nel terzo anno della Laurea Triennale, e del corso

di “Fisica Teorica mod.A”, svolto nel primo semestre del primo anno della laurea magistrale. Al termine del corso, lo studente acquisisce una buona conoscenza dei concetti riguardante le interazioni inizialmente con nuclei (leptone-nucleo, nucleone-nucleo) e successivamente dei modelli di interazione tra i costituenti ultimi della materia (quark, leptoni, gluoni). Inizia quindi lo studio delle varie forme di interazione: l’interazione elettromagnetica, la struttura degli adroni ed il modello a partoni, la cromodinamica quantistica, l’interazione debole con cenni del Modello Standard di Weinberg-Salam. Lo studente acquisisce conoscenza con la fisica dei jet.

Fenomenologia delle Interazioni Fondamentali

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Il corso costituisce l’approfondimento della fisica delle particelle elementari ed alle loro interazioni. Si approfondisce lo studio del Modello Standard. Lo studente acquisisce le scoperte, inoltre, della fisica indagata dagli esperimenti ad LHC.

Astrofisica delle Alte Energie

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione dei concetti e della cultura di base per lo studio di oggetti cosmici emettitori di radiazione di alta energia e particelle cariche. Padronanza dei concetti relativi alla fisica delle particelle e della relatività speciale. Acquisizione delle tematiche attuali dell’astrofisica delle alte energie nel campo X e gamma, capacità di approfondire concetti di fisica astroparticellare e relatività generale. Capacità di analizzare con tecniche sperimentali il comportamento di sorgenti cosmiche di radiazione e particelle. Capacità di valutare criticamente il ruolo dei rivelatori e l’impiego di modelli astrofisici nello studio dell’evoluzione delle sorgenti cosmiche.

Meccanica Quantistica avanzata

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi teoriche di argomenti avanzati di meccanica quantistica, quali teorema adiabatico, fase di Berry, misure, decorerenza, entanglement, basi di informazione quantistica. Applicazione delle tecniche matematiche utili a trattare le evoluzioni continue (equazione di Schroedinger in alcuni casi limite) e i fenomeni discreti tipici della meccanica quantistica. Acquisizione della capacità di cogliere gli aspetti più profondi della meccanica quantistica.

Laboratorio di Fisica Computazionale

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi teoriche del problema del random walk e dei metodi Montecarlo. Padronanza nella modellistica delle serie temporali. Capacità di scrivere programmi al calcolatore per simulare, analizzare e visualizzare sistemi fisici, in ambiente MATLAB. Capacità di riconoscere la natura stocastica di svariati sistemi fisici. Modellizzazione dei sistemi fisici attraverso la scelta dell'ordine del modello auto regressivo per le serie temporali.

Meccanica Statistica avanzata

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione degli elementi di base della teoria dei processi stocastici. Conoscenza della descrizione generale termodinamica dei fenomeni di non equilibrio. Conoscenza dei risultati più importanti della meccanica statistica di non equilibrio e della teoria della risposta lineare. Acquisizione di tecniche di studio per equazioni stocastiche del tipo Langevin e Fokker-Planck. Conoscenza delle tecniche di proiezione nello spazio delle fasi. Capacità di studiare e sviluppare modelli utilizzati nella letteratura scientifica più recente per descrivere sistemi non in equilibrio termodinamico. Capacità di modellizzare fenomeni di non equilibrio nelle scienze naturali.

Fisica dei Raggi Cosmici

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi teoriche e sperimentali riguardo la generazione, propagazione e rivelazione dei raggi cosmici. Dimestichezza sulle possibili sorgenti di raggi cosmici e loro meccanismi di accelerazione. Dedurre la fondamentale legge di potenza osservata sperimentalmente nello spettro dei raggi cosmici con un modello di propagazione e diffusione all'interno della galassia.

Fisica Astroparticellare

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi di relatività generale e cosmologia. Comprensione delle tematiche della fisica astroparticellare in relazione alle strutture su grandi scale, alla fisica delle particelle e alla radiazione cosmica di fondo. Padronanza nel passaggio dalla relatività ristretta a quella generale in relazione alle tematiche cosmologiche e di fisica delle particelle elementari. Acquisizione delle tecniche di calcolo di relatività generale per problemi di strutture su grandi scale utilizzando il calcolo tensoriale ed equazioni differenziali.

Cosmologia

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: Conoscenza di base del modello cosmologico standard e dei modelli inflazionari; comprensione delle principali conseguenze fenomenologiche di questi

modelli, delle osservazioni con cui possono essere messi alla prova, e dei problemi attualmente aperti; capacità di lettura di articoli specialistici dedicati a questi campi di ricerca.

Onde Elettromagnetiche e Plasmi

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione della descrizione analitica di radiazione non mono-cromatica e di modelli microscopici semplici per la spiegazione di spettri di emissione e assorbimento. Visione semiclassica dell'interazione radiazione-materia. Familiarizzazione con un nuovo sistema elettromagnetico: il plasma. Acquisizione di tecniche matematiche ad hoc. Padronanza nella applicazione delle teorie studiate. Discriminazione degli elementi essenziali di modelli atomici e approcci analitici nella trattazione della cavità laser. Ricomposizione del tutto in una visione consistente della cavità stessa. Chiarezza di idee nella distinzione fra macroscopico e microscopico e relativi ordini di grandezza.

Misure Nucleari

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: fornire agli studenti del curriculum fisica sperimentale nucleare gli strumenti per affrontare la costruzione e caratterizzazione di apparati sperimentali utilizzati in esperimenti di fisica nucleare.

Applicazioni Fisiche della Teoria dei Gruppi

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi teoriche della teoria dei gruppi finiti, continui e di Lie, in particolare con riferimento al gruppo simmetrico ed ai gruppi SU(N), e delle loro rappresentazioni. Acquisizione delle conoscenze di base delle algebre di Lie. Acquisizione delle tecniche di calcolo dei tableau di Yang, delle radici delle algebre di Lie, dei pesi e delle rappresentazioni, e dei diagrammi di Dynkin.

Fondamenti di Ottica Quantistica

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: studio di aspetti teorici e sperimentali di argomenti avanzati di ottica moderna (interferometria, ottica statistica, ottica di Fourier, ottica e.m.vettoriale e problematiche di ottica quantistica). Studio dell'evoluzione dei concetti dell'ottica nel passaggio dall'ottica classica all'ottica quantistica, dei diversi modelli teorici per la propagazione della radiazione, delle caratteristiche tecniche dei componenti ottici lineari e del loro principio di funzionamento. Studio delle caratteristiche peculiari dell'ottica quantistica con particolare riguardo agli stati entangled.

Calcolo ad alte prestazioni per la Fisica

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: studio e approfondimento delle tecnologie software ed hardware per il calcolo scientifico ad alte prestazioni, come il calcolo parallelo, il calcolo in modalità grid/cloud in riferimento agli esperimenti della Fisica delle Alte Energie. Analisi degli strumenti di monitoraggio di strutture di calcolo basati su architetture grid/cloud.

Metodi ed applicazioni della teoria dei campi quantistici

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: studio delle tematiche e delle tecniche più avanzate per applicazione alle Teorie di Campo Quantistiche, ponendo particolare attenzione alla fisica delle alte energie e della materia condensata.

Fisica dei laser

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Conoscenza dei fenomeni che sono alla base dell'emissione laser. Laser di classe A,B e C, oscillazioni di rilassamento, caos deterministico, impulsi giganti, Q-switching. Instabilità di Lorenz-Haken e di Risken-Nummendal, Mode-Locking. Modello Maxwell-S.C.Bloch per laser a semiconduttore. Instabilità modulazionali e formazione di strutture spontanea, in sistemi ottici a basso e alto numero di Fresnel. Solitoni spaziali in cavità risonanti.

Laboratorio di Ottica Moderna

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Studio degli aspetti teorici e sperimentali di argomenti avanzati di ottica moderna, del principio di funzionamento dei principali componenti e sistemi ottici lineari, delle caratteristiche tecniche dei principali componenti e sistemi ottici lineari, delle conseguenze pratiche e applicazioni tecnologiche dell'ottica geometrica e fisica.

Laboratorio di Analisi Dati

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: analisi di metodi MonteCarlo moderni e di trattamento dei dati. Conoscenza di alcuni degli strumenti matematici, statistici e dei "framework" informatici di analisi, in uso nella moderna fisica delle alte energia. Capacità di utilizzare strumenti software per risolvere problemi di analisi e classificazione dei dati. Capacità di sviluppare in autonomia programmi di analisi dei dati all'interno del framework scelto.

Laboratorio di Acquisizione Dati

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Fornire gli strumenti di base per la comprensione dei moderni sistemi di acquisizione dati utilizzati nella fisica delle alte energie: struttura e funzionalità del calcolatore, dispositivi di input/output, interfacciamento di dispositivi esterni e protocolli di comunicazione, rappresentazione digitale dei dati. Programmazione in C/C++/LabView di dispositivi elettronici interfacciati a computer per l'acquisizione dati in esperimenti di fisica delle particelle.

Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle tecniche sperimentali avanzate per lo studio di rivelatori di particelle cariche e radiazione e.m. Padronanza dei concetti relativi ai rivelatori a scintillazione, a gas e dell'elettronica veloce per acquisizione di segnali elettrici da rivelatore. Acquisizione delle tecniche di analisi di segnali elettronici (in presenza di rumore di fondo) con strumentazione elettronica veloce e tramite sistemi VME in linea a processori, comprensione dei concetti di calibrazione ed ottimizzazione delle prestazioni un rivelatore, capacità di analizzare misure di segnali con tecniche di calcolo e simulazione avanzate. Capacità di analizzare tecniche sperimentali Capacità di valutare criticamente il ruolo dei rivelatori e il valore dirimente dell'esperimento nella validazione di modelli.

Modello Standard

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle basi teoriche della teoria quantistica dei campi nell'ambito del modello standard. Acquisizione delle tecniche funzionali per la derivazione dello sviluppo perturbativo delle teorie di campi quantistici non abeliani. Capacità di applicazione delle tecniche matematiche per la descrizione di fenomeni fondamentali tra particelle elementari quali, ad es., decadimenti deboli, diffusione tra quark e gluoni, sezioni d'urto adroniche, mescolamento dei sapori dei quark. Capacità di riconoscere e apprezzare i fondamenti teorici delle teorie quantistiche di campi non abeliani.

Relatività Generale

Crediti: 6

Obiettivi formativi specifici: Acquisizione delle nozioni di base della geometria Riemanniana, della teoria della relatività generale, e delle tecniche di calcolo ad esse associate; comprensione della descrizione geometrica della interazione gravitazionale e delle profonde analogie esistenti tra le relatività generale e le teorie di gauge delle interazioni fondamentali; capacità ed autonomia di approfondimento dei temi di ricerca attualmente esistenti in questo campo mediante la lettura di testi specialistici ed avanzati.

Elementi di metodologia didattica per la Fisica

Crediti: 4

Obiettivi formativi specifici: Il corso è finalizzato all'acquisizione di alcune competenze metodologiche per una efficace didattica della fisica. In particolare lo studente sarà in grado, alla fine del corso, di conoscere le principali metodologie (didattica frontale, approccio storico, didattica laboratoriale, tecniche multimediali, ecc.) utilizzabili nell'ambito del processo didattico proprio dell'insegnamento della fisica. Lo studente, inoltre, attraverso lo studio dello sviluppo della fisica dai presocratici fino alla nascita della fisica quantistica, acquisirà conoscenza dei vari modelli concettuali e dei principi generali, delle differenti formulazioni matematiche e delle interpretazioni dei risultati dei principali esperimenti che caratterizzano le varie branche del sapere fisico e verrà a conoscenza dei diversi metodi didattici specifici per la trasmissione di tale sapere.