

# **Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche dell'Università degli Studi di Firenze**

**Approvato nel CdD del 04/04/2023**

## **1. Denominazione, classe di appartenenza, curricula e strutture didattiche**

È istituito presso l'Università degli Studi di Firenze il Corso di Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche. Il Corso è organizzato dalla Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Il Corso di Laurea Magistrale appartiene alla classe delle Lauree Magistrali in Fisica (classe LM-17).

Il Corso di Laurea Magistrale è strutturato in sei curricula:

- Astrofisica
- Fisica Applicata
- Fisica della Materia
- Fisica Nucleare e Subnucleare
- Fisica dei Sistemi Complessi
- Fisica Teorica

Gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale, il quadro generale delle attività formative, la ripartizione delle attività formative in varie tipologie e i CFU (crediti formativi universitari) assegnati a ciascuna tipologia e ai settori scientifico disciplinari sono riportati nell'Ordinamento Didattico allegato al Regolamento Didattico di Ateneo.

Il Corso ha la durata normale di 2 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di 60 crediti all'anno. Lo studente che abbia comunque ottenuto 120 crediti adempiendo a tutto quanto previsto dall'Ordinamento, può conseguire il titolo anche prima della scadenza biennale.

Sono organi del Corso di Laurea Magistrale il Presidente, il Consiglio di Corso di Laurea Magistrale e il Comitato per la didattica del Corso di Laurea Magistrale. Per la composizione del Consiglio di Corso di Laurea Magistrale e le sue competenze si rimanda al Regolamento Didattico dell'Ateneo.

Composizione e competenze del Comitato per la didattica saranno definite e deliberate dal Consiglio di Corso di Laurea Magistrale.

E' costituita inoltre una Commissione Didattica Paritetica. Per la composizione e le competenze si rimanda al Regolamento Didattico di Ateneo.

## **2. Obiettivi formativi specifici del Corso**

Gli obiettivi formativi del Corso di Laurea magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche consistono nel fornire:

- una solida preparazione di base in Fisica Classica e Moderna
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di misura e delle tecniche di analisi dei dati;
- un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- una rigorosa padronanza del metodo scientifico di indagine;
- un'elevata preparazione scientifica e operativa in almeno una delle discipline che caratterizzano la classe;
- l'attitudine a perfezionare le capacità scientifiche e professionali in un dottorato e ad inserirsi in attività lavorative che richiedono una provata abilità di utilizzo del metodo scientifico, una mentalità aperta e flessibile, predisposta al rapido apprendimento di metodi di indagine e di tecnologie innovative, e la capacità di utilizzare attrezzature complesse.

La preparazione raggiunta nella Laurea Magistrale si qualifica per mezzo di conoscenze specifiche che, a seconda del curriculum scelto, assumono la forma di:

- conoscenza approfondita degli aspetti fondamentali della Fisica teorica e una conoscenza operativa dei metodi matematici e di calcolo numerico e simbolico, accompagnata a conoscenze di carattere fenomenologico;
- conoscenze e capacità, sia teoriche che sperimentali, a livello approfondito, per un'attività di ricerca in una larga varietà di problematiche della Fisica della materia nei diversi stati di aggregazione, dalla fisica quantistica atomica e molecolare alla fisica degli stati condensati e della materia vivente, dell'ottica e della fotonica;
- conoscenze teoriche e fenomenologiche, insieme a capacità operative, per un'attività di ricerca nel campo della Fisica delle particelle nucleari e subnucleari, della rivelazione delle onde gravitazionali e delle particelle d'origine cosmica;
- conoscenza approfondita degli aspetti teorici, osservativi e sperimentali dell'Astrofisica e della Fisica dello spazio, con i legami che intercorrono tra le evidenze astrofisiche e la fisica di base;
- conoscenza delle tecniche di indagine per un'ampia gamma di aspetti della Fisica Applicata, tra cui applicazioni mediche e per l'optometria, per l'ambiente, per i beni culturali, per le tecnologie ottiche e dei

materiali, e competenze specifiche per la didattica della fisica nella scuola secondaria;

- conoscenze della teoria e delle applicazioni di metodologie di fisica teorica e computazionale allo studio di Sistemi Complessi, anche in ambiti interdisciplinari che coinvolgono ad esempio la biologia, le neuroscienze, la sociologia o la fisica dei materiali.

Per raggiungere i fini indicati, il Corso di Laurea magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche prevede attività formative intese a preparare laureati che abbiano competenze conformi agli obiettivi qualificanti previsti dalla declaratoria della classe LM-17, e abbiano una preparazione che soddisfi ai seguenti criteri:

- **Conoscenza e capacità di comprensione**

I laureati magistrali in Scienze Fisiche e Astrofisiche possiedono:

- una conoscenza, approfondita rispetto a quella del primo ciclo, dei diversi settori della fisica classica e moderna;
- familiarità con il metodo scientifico di indagine e con la sua applicazione, anche in forma originale, alla rappresentazione e alla modellizzazione della realtà fisica;
- abilità nell'individuare e schematizzare gli elementi essenziali di un processo o di una situazione, di elaborare un modello fisico adeguato e di verificarne la validità;
- competenze operative e di laboratorio ad alto livello di specializzazione;
- elevata capacità di utilizzare strumenti matematici ed informatici adeguati.

Tali competenze e capacità vengono sviluppate nel Corso di Laurea attraverso lezioni frontali, esercitazioni e pratiche di laboratorio, ma soprattutto durante il periodo di attività per la preparazione della prova finale.

La verifica delle conoscenze e capacità di comprensione viene effettuata attraverso prove individuali scritte, orali e pratiche di laboratorio.

- **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Il laureato magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche è specificamente preparato:

- per lavorare in gruppo o singolarmente con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture;
- per utilizzare le conoscenze specifiche acquisite per la modellizzazione di sistemi fisici anche nei campi non strettamente legati al suo percorso educativo;
- per acquisire ed analizzare dati sperimentali confrontandoli con teorie e modelli;
- per svolgere ruoli di ricerca nell'Università e nei laboratori ed istituti pubblici e privati, italiani ed esteri;
- per promuovere e sviluppare l'innovazione tecnologica correlata con le discipline fisiche in tutti i settori;
- per la divulgazione ad alto livello della cultura scientifica;
- per utilizzare in generale le proprie conoscenze nel risolvere problemi e nell'applicazione del metodo scientifico.

Queste capacità vengono sviluppate durante il corso di Laurea nelle attività di esercitazioni collegate ai corsi, nelle esperienze di laboratorio, ma soprattutto durante il periodo di attività per la preparazione della tesi.

La verifica della capacità di applicare le conoscenze acquisite viene effettuata attraverso prove individuali scritte, orali, pratiche di laboratorio e nella prova finale.

- **Autonomia di giudizio**

Il laureato magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche avrà acquisito un'elevata capacità di ragionamento critico e capacità che gli consentono di affrontare con un alto grado di autonomia diversi tipi di attività lavorative e ruoli, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture. Egli è inoltre in grado di valutare gli aspetti etici della ricerca e l'impatto sulla salute pubblica e l'ambiente.

L'autonomia di giudizio viene sviluppata con l'esercizio costante nella soluzione di problemi teorici e sperimentali, e con l'attività collegata alla preparazione della tesi.

La verifica del livello di autonomia raggiunto viene fatta attraverso prove individuali scritte e orali, attività di laboratorio e con la prova finale.

- **Abilità comunicative**

I laureati in Scienze Fisiche e Astrofisiche hanno:

- adeguate competenze e strumenti per la comunicazione e la gestione dell'informazione, in ambiti specialistici e non;
- capacità di utilizzare efficacemente la lingua inglese nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali.

Tali capacità vengono particolarmente affinate nel periodo di lavoro legato alla preparazione della tesi. La verifica delle capacità espositive, scritte e orali, avviene durante le prove d'esame, nelle relazioni di laboratorio e nella scrittura e presentazione del lavoro di tesi.

- **Capacità di apprendimento**

Il laureato magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche avrà sviluppato capacità di apprendimento dei vari aspetti della fisica e della matematica, utili per accedere a livelli di formazione superiore. Egli sarà capace di affrontare problemi anche in aree differenti dal proprio percorso formativo e nuove tematiche tramite studio autonomo. Avrà inoltre capacità di valutazione delle proprie conoscenze e abilità nell'individuare strumenti e materiali rilevanti per la risoluzione dei problemi incontrati nel proprio lavoro. Queste capacità sono affinate in tutti i corsi ma in particolare nella preparazione della tesi di laurea, dove allo studente viene richiesto un elaborato originale di ricerca.

La verifica delle capacità di apprendimento è affidata agli esami delle varie discipline e alla prova finale.

Le competenze acquisite consentono al laureato in Scienze Fisiche e Astrofisiche di trovare collocazione in una vasta gamma di aree produttive per svolgere attività professionali che richiedono una approfondita conoscenza della fisica e delle sue metodologie, curando attività di modellizzazione e analisi e le relative implicazioni matematiche e informatiche.

Alcuni esempi di sbocchi professionali sono:

- i settori di ricerca e sviluppo delle industrie più tecnologicamente avanzate, con particolare riguardo a quelle di elettronica, ottica, optoelettronica e spaziale;
- i laboratori di fisica in generale, e, in particolare, di radioprotezione, di diagnostica e terapia medica, di analisi di materiali di interesse storico e artistico, di acquisizione ed elaborazione di dati ambientali;
- gli enti preposti al controllo ambientale;
- i settori tecnico-commerciali del terziario relativo all'impiego di tecnologie informatiche.

Le competenze acquisite dal laureato in Scienze Fisiche e Astrofisiche permettono l'accesso a tutte le professioni dei punti 2.1.1.1.1 (Fisici) e 2.1.1.1.2 (Astronomi ed astrofisici) e a parte di quelle del punto 2.1.1.4.1 (Analisti e progettisti di software) della classificazione ISTAT delle professioni.

La formazione del laureato in Scienze Fisiche e Astrofisiche è altresì mirata al suo inserimento in attività di ricerca scientifica o tecnologica a livello avanzato, e in attività di insegnamento e diffusione della cultura scientifica.

La Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche permette inoltre l'avvio alla ricerca in Fisica e Astrofisica in un dottorato e l'ammissione, nei termini previsti dalla legge, nel canale di reclutamento per gli insegnanti di discipline fisiche nelle scuole secondarie.

### **3. Requisiti di accesso ai corsi di studio**

#### **a. Titolo di studio**

L'accesso alla Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche, classe LM-17 delle Lauree Magistrali, è consentito a coloro che sono in possesso di una laurea della classe L-30 (Scienze e tecnologie fisiche), ex-DM 270/04, oppure di una laurea della classe 20 (Scienze e tecnologie fisiche), ex-DM 509/99, che soddisfino i requisiti curriculari minimi di accesso. Tali requisiti sono rispettati dalla Laurea in Fisica e Astrofisica classe L-30 ex-DM 270/04 dell'Ateneo di Firenze.

L'accesso alla Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche, classe LM-17 delle Lauree Magistrali, è altresì consentito a coloro che abbiano acquisito una buona conoscenza scientifica di base nelle discipline matematiche e chimiche e un'adeguata preparazione nelle diverse discipline fisiche e che siano in possesso di altra laurea o diploma universitario di durata triennale o di altro titolo conseguito all'estero e riconosciuto idoneo dalla struttura didattica ai fini dell'ammissione alla Laurea Magistrale.

#### **b. Requisiti curriculari**

Per accedere alla Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche, classe LM-17 delle Lauree Magistrali, è necessario possedere i seguenti requisiti curriculari:

- almeno 30 CFU nelle discipline matematiche e informatiche (SSD MAT/XX e INF/XX);
- almeno 5 CFU nelle discipline chimiche (SSD CHIM/XX);
- almeno 70 CFU nelle discipline fisiche (SSD FIS/01-FIS/08), di cui almeno 20 CFU nelle discipline fisiche di base (SSD FIS/01 e FIS/02)

#### **c. Adeguata preparazione individuale**

L'adeguatezza della preparazione verrà verificata individualmente da una Commissione del Corso di Laurea, in via prioritaria sulla base del curriculum di studi presentato con la domanda di valutazione. Sarà elemento di valutazione, in particolare, la tipologia degli esami sostenuti, sia di quelli compresi nei settori scientifico disciplinari dei requisiti curriculari che degli altri presenti nel piano del corso di studi che costituisce titolo utile per l'accesso alla Laurea Magistrale. È inoltre richiesta un'adeguata conoscenza della lingua inglese, di

livello assimilabile almeno al B1. Qualora, esaminato il Curriculum, la Commissione valuti la preparazione adeguata, sarà deliberata l'ammissibilità al corso di Laurea Magistrale rilasciando il previsto nulla osta. In caso contrario l'accertamento della preparazione individuale dello studente avverrà tramite un colloquio che potrà portare al rilascio del nulla osta per l'ammissione con l'eventuale proposta di un piano di studi personalizzato in accordo con l'Ordinamento, anche in deroga con quanto previsto dal presente Regolamento; in caso di esito negativo del colloquio, saranno indicate le lacune da colmare prima dell'iscrizione alla Laurea Magistrale. Non sono in ogni caso previsti debiti formativi, ovvero obblighi formativi aggiuntivi, al momento dell'accesso.

#### **4. Articolazione delle attività formative ed eventuali curricula**

Il Corso di Laurea Magistrale prevede un percorso formativo differenziato in vari curricula ed è basato su attività formative relative a cinque tipologie: a) caratterizzanti, b) affini o integrative, c) autonome, d) per la prova finale e la conoscenza della lingua straniera e e) per ulteriori conoscenze linguistiche, informatiche, relazionali ed utili all'inserimento nel mondo del lavoro. Per garantire, nel piano di studi dei laureati magistrali, un'adeguata flessibilità di scelte tra specializzazione nelle discipline fisiche e interdisciplinarietà, differenziata tra i vari curricula, risulta necessario includere i settori da FIS/01 a FIS/08, già presenti tra le attività caratterizzanti, anche fra quelli di tipologia b) affini e integrativi del Corso di Laurea Magistrale.

Le attività autonomamente scelte corrispondono, di norma, a corsi universitari previsti dall'Università di Firenze. Il corso di laurea potrà indicare ogni anno nella Guida per lo Studente una lista di insegnamenti, tra quelli attivati in Ateneo, che per i loro requisiti di accesso e la loro organizzazione si prestano particolarmente alla libera scelta da parte degli studenti.

Ad ogni tipologia sono assegnati un numero di crediti formativi universitari (CFU), per un totale complessivo di 120 crediti che si assume vengano acquisiti dallo studente a tempo pieno nel corso della durata normale del Corso di Laurea Magistrale, ovvero in due anni.

Per quanto riguarda gli insegnamenti specifici del biennio della Laurea Magistrale, si riporta nelle successive tabelle il quadro sintetico delle attività dei vari curricula.

#### **5. Tipologia delle forme didattiche, anche a distanza, degli esami e delle altre verifiche del profitto**

A ogni credito formativo universitario è associato un impegno medio di 25 ore da parte dello studente, suddivise fra didattica frontale (circa un terzo) e studio autonomo (circa due terzi) eventualmente assistito da tutori. Le ore di lezione-esercitazione frontali sono limitate a 500 per anno di corso.

Le forme didattiche previste sono le seguenti: a) lezioni in aula; b) esercitazioni in aula o in aula informatica; c) sperimentazioni in laboratorio ovvero in laboratorio informatico, individuali o di gruppo; d) tirocini presso Dipartimenti dell'Università di Firenze, Enti di ricerca pubblici o privati e Aziende pubbliche o private; e) corsi e/o sperimentazioni presso strutture esterne all'Università o soggiorni presso altre Università italiane o straniere nel quadro di accordi internazionali.

Gli insegnamenti sono di norma organizzati in unità didattiche "semestrali", secondo quanto definito anno per anno nella Guida per lo Studente. Gli insegnamenti possono essere suddivisi in moduli. La articolazione delle unità didattiche e la suddivisione dei crediti fra i moduli verrà definita anno per anno nella Guida.

Tutte le attività che consentono l'acquisizione di crediti devono essere valutate. La valutazione è espressa da apposite commissioni, costituite secondo le norme contenute nel Regolamento Didattico di Ateneo, che comprendono il responsabile dell'attività formativa. Le procedure di valutazione sono costituite, a seconda dei casi, da prove scritte, orali, scritte e orali o da altri procedimenti adatti a particolari tipi di attività. Le attività di tipo a), b) e c) sono di norma valutate con un voto espresso in trentesimi con eventuale lode. Per le attività didattiche che prevedono esercitazioni in laboratorio, l'accreditamento può avvenire mediante valutazione di un lavoro individuale aggiuntivo in laboratorio su aspetti inerenti al corso. L'assegnazione dei crediti di tipologia e), riguardante stage o tirocini presso Enti di ricerca o Università, Aziende pubbliche o private può avvenire sulla base di una relazione dell'attività svolta e non prevede una votazione associata, ma solo un giudizio di congruità espresso dal Consiglio di Corso di Laurea Magistrale. I dettagli delle modalità di esame per i vari corsi di insegnamento sono di norma definiti nella Guida per lo Studente e illustrati dal docente all'inizio del corso.

Il numero massimo di esami previsto è 11 più gli esami a libera scelta dello studente che, ai sensi del DM 26 luglio 2007, Art. 4, comma 2, e delle relative linee guida, vengono contati come un unico esame.

#### **6. Modalità di verifica della conoscenza delle lingue straniere**

Il Corso di Laurea non prevede verifiche della conoscenza delle lingue straniere.

## **7. Modalità di verifica delle altre competenze richieste, dei risultati degli stage e dei tirocini**

Per quanto riguarda le attività di tipo e), sono previsti sei crediti per stage o tirocini presso Enti di ricerca o Università, Aziende pubbliche o private. L'assegnazione dei corrispondenti crediti può avvenire sulla base di una relazione dell'attività svolta e non prevede una votazione associata, ma solo un giudizio di congruità espresso dal Consiglio di Corso di Laurea Magistrale.

## **8. Modalità di verifica dei risultati dei periodi di studio all'estero e relativi CFU**

I crediti acquisiti da studenti in corsi e/o sperimentazioni presso strutture o istituzioni universitarie dell'Unione Europea o di altri paesi, potranno essere riconosciuti dal Corso di Laurea in base alla documentazione prodotta dallo studente ovvero in base ad accordi bilaterali preventivamente stipulati o a sistemi di trasferimento di crediti riconosciuti dall'Università di Firenze.

## **9. Eventuali obblighi di frequenza ed eventuali propedeuticità**

La frequenza ai corsi è una condizione essenziale per un proficuo inserimento dello studente nell'organizzazione didattica del Corso di Laurea Magistrale.

Per i corsi con esercitazioni di laboratorio la frequenza è obbligatoria.

La successione temporale dei corsi d'insegnamento predisposta dal Corso di Laurea Magistrale ed anno per anno presentata nella Guida per lo Studente, è quella suggerita allo studente anche per i relativi esami.

## **10. Eventuali modalità didattiche differenziate per studenti part-time**

Il Corso di Laurea prevede la possibilità di attivare modalità didattiche differenziate per studenti lavoratori o part-time.

## **11. Regole e modalità di presentazione dei piani di studio**

Lo studente al I anno di corso deve presentare, secondo il calendario e le ~~con~~ modalità definite dalla Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, un Piano di Studio individuale nel quale sia definita la scelta del curriculum. I Piani di Studio devono soddisfare i requisiti previsti dall'Ordinamento Didattico e sono soggetti ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Studio. Le pagine web del CdS, anno per anno, riporteranno le raccomandazioni per la stesura dei Piani di Studio per i vari curricula, anche mediante la definizione di percorsi consigliati.

Lo studente può successivamente richiedere la modifica del Piano di Studio presentato, sempre secondo le modalità definite dalla Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali.

## **12. Caratteristiche della prova finale per il conseguimento del titolo**

Per quanto riguarda le attività di tipo d), sono previsti 36 CFU per la prova finale. Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito in totale 84 CFU di insegnamenti e tirocini propri della Laurea Magistrale.

La prova finale per il conseguimento della Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche consiste in: attività di ricerca e/o di studio corrispondente a 30 CFU (Prova finale: lavoro di ricerca); redazione di un elaborato scritto e sua discussione davanti ad una commissione di laurea appositamente nominata, corrispondente a 6 CFU (Prova finale: scrittura e discussione). L'argomento del lavoro di tesi, di carattere sperimentale, tecnologico o teorico, deve riguardare argomenti di fisica e deve essere svolto sotto la guida di un relatore. La discussione deve anche determinare e valutare il contributo originale del candidato.

Il lavoro di tesi può essere svolto sia presso strutture e laboratori universitari, sia presso enti di ricerca pubblici o privati, in Italia o all'estero; ove si renda necessario, la tesi si può anche svolgere presso aziende pubbliche e private.

La valutazione deve considerare sia il curriculum degli studi del candidato che la maturità scientifica da lui raggiunta. Il Corso di Laurea si impegna a pubblicizzare i criteri generali di valutazione. Il voto finale è espresso in centodecimi, più eventuale lode all'unanimità dei commissari.

Nella commissione di laurea i docenti di insegnamenti afferenti al curriculum scelto dal candidato devono essere adeguatamente rappresentati.

## **13. Procedure e criteri per eventuali trasferimenti e per il riconoscimento dei crediti formativi acquisiti in altri corsi di studio e di crediti acquisiti dallo studente per competenze ed abilità professionali**

## **adeguatamente certificate e/o di conoscenze ed abilità maturate in attività formative di livello post-secondario**

Crediti acquisiti da studenti presso altri Corsi di Studio o altre istituzioni universitarie italiane, dell'Unione Europea o di altri paesi, potranno essere riconosciuti dal Corso di Laurea in base alla documentazione prodotta dallo studente ovvero in base ad accordi bilaterali preventivamente stipulati o a sistemi di trasferimento di crediti riconosciuti dall'Università di Firenze.

Nel caso di passaggio da altri corsi di Laurea della stessa Classe, il riconoscimento dei crediti acquisiti avverrà sulla base dei programmi degli insegnamenti corrispondenti; in ogni caso dovranno essere riconosciuti almeno il 50% dei CFU già maturati.

Gli studenti iscritti al Corso di Laurea Specialistica in Scienze Fisiche e Astrofisiche dei previgenti ordinamenti didattici presso l'Università di Firenze, che intendano iscriversi al presente Corso di Studi, potranno ottenere il riconoscimento dei crediti assegnati ai preesistenti insegnamenti (a tale scopo è predisposta una apposita tabella di conversione).

Altri casi diversi da quelli previsti dovranno essere valutati individualmente dal Consiglio di Corso di Laurea.

### **14. Servizi di tutorato**

Non è prevista attività di tutorato.

### **15. Pubblicità su procedimenti e decisioni assunte**

I procedimenti e le decisioni di carattere generale assunti dal Consiglio di Corso di Laurea verranno pubblicizzati sulla pagina web del Corso di Studi. I procedimenti e le decisioni di carattere strettamente personale saranno comunicati al destinatario in forma strettamente privata.

### **16. Valutazione della qualità**

Per tutti gli insegnamenti del Corso di Laurea è prevista la rilevazione dell'opinione degli studenti frequentanti.

La Commissione Didattica Paritetica presenta annualmente una valutazione sull'efficacia della didattica predisposta nell'anno accademico precedente, utilizzando a tal fine anche la documentazione relativa alla valutazione delle attività didattiche da parte degli studenti sopra citata. Anche sulla base di questa relazione, il Consiglio di Corso di Laurea introduce nella successiva Guida per lo Studente le modifiche ritenute più adatte per migliorare la qualità dell'offerta didattica.

Il Corso di Laurea applica le procedure di valutazione della qualità secondo il modello approvato dai competenti Organi Accademici.

## 17. Attività didattiche

E' riportato di seguito il riepilogo generale della struttura dell'Ordinamento Didattico del Corso di Studi. Le tabelle successive mostrano il dettaglio delle attività didattiche definite in questo Regolamento Didattico all'interno dei vari curricula, con la distribuzione dei 120 CFU fra gli insegnamenti, e infine l'elenco delle discipline affini e integrative fruibili da ogni curriculum.

Tipologia attività formativa	Ambito disciplinare	CFU	CFU minimi	SSD	
Caratterizzanti (Tipologia b)	Teorico e dei Fondamenti della fisica	6-36	40-54	40	FIS/02, FIS/08
	Microfisico e della struttura della materia	12-42			FIS/03, FIS/04
	Astrofisico-geofisico e spaziale	6-36			FIS/05, FIS/06
	Sperimentale e applicativo	0-18			FIS/01, FIS/07
Affini e integrative * (Tipologia c)	Discipline fisiche	0-18	12-18	12	FIS/01-08
	Discipline chimiche	0-6			CHIM/01-06
	Discipline matematiche	0-6			MAT/02-08
	Discipline informatico – ingegneristiche	0-6			INF/01 ING-INF/05 ING-IND/22
	Discipline biologiche	0-6			BIO/09 BIO/13 BIO/18
	Discipline mediche	0-6			MED/36
A scelta studente (Tipologia d)		12		8	
Ulteriori conoscenze (Tipologia f)	Tirocini formativi e di orientamento	6			
Prova finale (Tipologia e)		36-42			
<b>TOTALE</b>		<b>120</b>			

\* Per garantire un'adeguata flessibilità di scelte tra specializzazione nelle discipline fisiche e interdisciplinarietà, differenziata tra i vari curricula, risulta necessario includere i settori da FIS/01 a FIS/08, già presenti tra le attività caratterizzanti, anche fra quelli affini e integrativi del Corso di Laurea Magistrale CHIM/01-06, MAT/02-08, INF/01, ING-INF/05, ING-IND/22, BIO/09, BIO/13, BIO/18, MED/36.

## Curriculum "Astrofisica"

Il curriculum "Astrofisica" è strutturato con il principale obiettivo di assicurare allo studente una elevata padronanza sia di metodi e contenuti scientifici avanzati che di adeguate conoscenze professionali e la capacità di svolgere ruoli di responsabilità nella ricerca. Lo studente dovrà acquisire conoscenze di base sull'astronomia classica e moderna, sulla fisica solare, stellare e della materia interstellare, sulla astrofisica galattica ed extragalattica, sulla cosmologia. Inoltre, dovrà familiarizzarsi con le tecniche relative all'uso di strumenti per lo studio degli oggetti celesti nelle diverse regioni spettrali, nonché con le tecniche per l'analisi delle immagini e il trattamento statistico dei dati. Potrà svolgere periodi di stage presso gli Osservatori e Enti di ricerca italiani e stranieri. Le conoscenze acquisite potranno servire sia per l'accesso al Dottorato di Ricerca in Fisica e Astronomia che per l'inserimento in enti di ricerca a carattere astronomico e spaziale (Osservatori, Istituti CNR, Agenzie Spaziali), nonché nelle industrie del settore o attive nel campo dell'ottica, dell'informatica, del software, dei metodi numerici avanzati.

Tipologia	Insegnamento	CFU		SSD	
Caratterizzanti	Astrofisica	6	48	FIS/05	
	Cosmologia	6		FIS/05	
	<i>Tre corsi a scelta tra:</i>				
	Astrofisica relativistica	6		FIS/05	
	Fisica del plasma	6		FIS/06	
	Metodi numerici per l'astrofisica	6		FIS/05	
	Osservazioni e analisi dati in astrofisica	6		FIS/05	
	Tecniche astrofisiche	6		FIS/05	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Fisica teorica	6		FIS/02	
	Meccanica statistica	6		FIS/02	
	Relatività	6		FIS/02	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Atomi, molecole e fotoni	6		FIS/03	
	Elementi di fisica della materia	6		FIS/03	
	Fisica dei sistemi complessi con applicazioni	6		FIS/03	
	Laboratorio di fisica computazionale	6		FIS/03	
<i>Un corso a scelta tra:</i>					
Fisica nucleare e subnucleare	6	FIS/04			
Fisica delle particelle elementari	6	FIS/04			
Laboratorio di elettronica	6	FIS/04			
Raggi cosmici	6	FIS/04			
Affini e integrativi	<i>Tre corsi a scelta tra quelli riportati nella tabella degli insegnamenti affini e integrativi, o tra</i>				
	Didattica della fisica	6	18	FIS/08	
	Fisica dell'atmosfera	6	FIS/06		
A scelta studente	<i>Corsi a scelta tra quelli curriculari non già selezionati, o attivati in altri curricula, o in altri corsi di studio dell'Università di Firenze</i>				
Stage e tirocini		6			
Prova finale	Prova finale: lavoro di ricerca	30	36		
	Prova finale: scrittura e discussione	6			
<b>TOTALE</b>		<b>120</b>			

## Curriculum "Fisica Applicata"

Il curriculum di "Fisica Applicata" è un programma di studi interdisciplinare che mira a fornire competenze spendibili in ambito tecnologico e applicativo, sia nella ricerca che nell'industria. Il curriculum può essere declinato in modo flessibile per soddisfare interessi che spaziano dalle applicazioni di tecniche proprie della fisica nucleare e subnucleare, a quelle invece più caratteristiche della fisica della materia e dell'ottica. Insiste su varie attività di ricerca applicativa presenti a Firenze, in particolare, ma non solo, negli ambiti della fisica medica, della radiografia muonica di grandi volumi, della fisica per l'ambiente e per i beni culturali, dello sviluppo di materiali per l'efficientamento energetico e dell'ottica e dell'optometria. L'attività di ricerca alla quale lo studente viene indirizzato viene svolta nei laboratori del Dipartimento di Fisica e Astronomia, dell'INFN, del CNR, del LENS e coinvolge anche realtà quali il LABEC (Laboratorio di Tecniche Nucleari per l'Ambiente e i Beni Culturali) e i laboratori del Dipartimento di Scienze Biochimiche Sperimentali e Cliniche.

Tipologia	Insegnamento	CFU		SSD	
Caratterizzanti	Laboratorio di elettronica	6	48	FIS/04	
	<i>Tre corsi a scelta tra:</i>				
	Elementi di fisica della materia	6		FIS/03	
	Elettronica quantistica	6		FIS/03	
	Fisica dell'ambiente	6		FIS/07	
	Fisica nucleare e subnucleare	6		FIS/04	
	Fotonica	6		FIS/03	
	Fusione, fissione e reazioni nucleari	6		FIS/04	
	Raggi cosmici	6		FIS/04	
	Rivelatori di radiazioni ionizzanti	6		FIS/04	
	<i>Due corsi a scelta tra:</i>				
	Colorimetria e percezione cromatica	6		FIS/03	
	Laboratorio di fisica nucleare	6		FIS/04	
	Laboratorio di fisica subnucleare	6		FIS/04	
	Laboratorio di fisica per i beni culturali	6		FIS/04	
	Laboratorio di stato solido e fotonica	6		FIS/03	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
Didattica della fisica	6	FIS/08			
Meccanica statistica	6	FIS/02			
<i>Un corso a scelta tra:</i>					
Astrofisica	6	FIS/05			
Astrofisica relativistica	6	FIS/05			
Cosmologia	6	FIS/05			
Fisica dell'atmosfera	6	FIS/06			
Affini e integrativi	<i>Tre corsi a scelta tra quelli riportati nella tabella degli insegnamenti affini e integrativi</i>		18		
A scelta studente	<i>Corsi a scelta tra quelli curricolari non già selezionati e quelli attivati in altri curricula o in altri corsi di studio dell'Università di Firenze</i>		12		
Stage e tirocini			6		
Prova finale	Prova finale: lavoro di ricerca	30	36		
	Prova finale: scrittura e discussione	6			
<b>TOTALE</b>			<b>120</b>		

## Curriculum "Fisica della Materia"

Il curriculum di "Fisica della Materia" presenta un percorso formativo mirato a una preparazione nei campi della fisica atomica e molecolare, della fisica dello stato solido, della fisica dei sistemi complessi, e dei sistemi disordinati e dei sistemi viventi, della fisica dei laser, dell'ottica classica e quantistica, sia dal punto di vista sperimentale che dal punto di vista teorico. L'attività di ricerca relativa a questi campi della fisica, ai quali lo studente viene indirizzato, si svolge nell'ambito fiorentino presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia ed in centri di ricerca nazionali ed internazionali quali il LENS, l'INO e gli altri istituti del CNR. È richiesto allo studente di approfondire sia le conoscenze tecniche e sperimentali che quelle teoriche, partecipando, particolarmente nell'ambito dello svolgimento delle tesi di laurea, a ricerche in corso. I corsi relativi alla fisica della materia provvedono a dare una solida preparazione nei settori di interesse, che rappresenta una fondamentale premessa per il proseguimento degli studi nell'ambito del Dottorato di ricerca in Fisica o per l'inserimento nelle attività produttive industriali ad alto contenuto tecnologico o nelle attività di ricerca negli enti pubblici e privati. Possibili sbocchi professionali possono essere individuati anche in strutture dedicate allo studio e alla conservazione dei beni culturali o ambientali, strutture sanitarie o nel campo dell'informatica e delle sue numerose applicazioni.

Tipologia	Insegnamento	CFU		SSD	
Caratterizzanti	Atomi, molecole e fotoni	6		FIS/03	
	Fisica dello stato solido	6		FIS/03	
	<i>Quattro corsi a scelta tra:</i>				
	Atomi ultrafreddi	6		FIS/03	
	Biofisica molecolare e cellulare	6		FIS/03	
	Colorimetria e percezione cromatica	6		FIS/03	
	Elettronica quantistica	6		FIS/03	
	Fisica dei sistemi complessi con applicazioni	6		FIS/03	
	Fisica nucleare e subnucleare	6		FIS/04	
	Fotonica	6		FIS/03	
	Informazione quantistica	6		FIS/03	
	Ottica quantistica	6		FIS/03	
	Teoria quantistica dei solidi	6		FIS/03	
	Laboratorio di biofisica e biofotonica	6	48	FIS/03	
	Laboratorio di fisica atomica	6		FIS/03	
	Laboratorio di fisica computazionale	6		FIS/03	
	Laboratorio di fisica dei liquidi	6		FIS/03	
	Laboratorio di stato solido e fotonica	6		FIS/03	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Fisica teorica	6			FIS/02
	Meccanica statistica	6		FIS/02	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Astrofisica	6		FIS/05	
Astrofisica relativistica	6		FIS/05		
Cosmologia	6		FIS/05		
Fisica del plasma	6		FIS/06		
Fisica dell'atmosfera	6		FIS/06		
Metodi numerici per l'astrofisica	6		FIS/05		
Affini e integrativi	<i>Tre corsi a scelta tra quelli riportati nella tabella degli insegnamenti affini e integrativi, o tra</i>				
	Fisica della materia condensata e fenomeni critici	6	18	FIS/03	
	Laboratorio di elettronica	6		FIS/04	
A scelta studente	<i>Corsi a scelta tra quelli curriculari non già selezionati e quelli attivati in altri curricula o in altri corsi di studio dell'Università di Firenze</i>		12		
Stage e tirocini			6		
Prova finale	Prova finale: lavoro di ricerca	30			
	Prova finale: scrittura e discussione	6	36		
<b>TOTALE</b>			<b>120</b>		

## Curriculum "Fisica Nucleare e Subnucleare"

Il curriculum "Fisica Nucleare e Subnucleare" presenta un percorso formativo mirato a una preparazione nel campo della fisica sperimentale nucleare, subnucleare e, in generale, delle interazioni fondamentali. L'attività di ricerca alla quale lo studente viene indirizzato è di norma quella che si svolge in questi campi presso il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze e nelle Sezioni e Laboratori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e i centri di ricerca nazionali ed esteri. È richiesto allo studente di approfondire la conoscenza dei metodi sperimentali utilizzati nel campo della Fisica nucleare e subnucleare, nonché di acquisire solide conoscenze fenomenologiche e basi teoriche nel campo. Le conoscenze acquisite servono per il completamento formativo nell'ambito del Dottorato di ricerca in Fisica. Inoltre, le competenze nel campo dei dispositivi di rivelazione delle radiazioni ionizzanti e delle particelle, dei sistemi elettronici ed informatici sono utili per un inserimento nelle attività industriali, negli enti pubblici preposti ai rilievi ambientali e negli enti di ricerca.

Tipologia	Insegnamento	CFU		SSD	
Caratterizzanti	Fisica nucleare e subnucleare	6	48	FIS/04	
	Rivelatori di radiazioni ionizzanti	6		FIS/04	
	Fisica teorica	6		FIS/02	
	Elementi di fisica della materia	6		FIS/03	
	<i>Tre corsi a scelta tra:</i>				
	Fisica delle particelle elementari	6		FIS/04	
	Fusione, fissione e reazioni nucleari	6		FIS/04	
	Laboratorio di fisica nucleare	6		FIS/04	
	Laboratorio di fisica subnucleare	6		FIS/04	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Astrofisica	6		FIS/05	
	Astrofisica relativistica	6		FIS/05	
Cosmologia	6	FIS/05			
Fisica dell'atmosfera	6	FIS/06			
Affini e integrativi	<i>Tre corsi a scelta tra quelli riportati nella tabella degli insegnamenti affini e integrativi, o tra</i>		18		
	Laboratorio di elettronica	6		FIS/04	
	Raggi Cosmici	6		FIS/04	
A scelta studente	<i>Corsi a scelta tra quelli curricolari non già selezionati e quelli attivati in altri curricula o in altri corsi di studio dell'Università di Firenze</i>		12		
Stage e tirocini			6		
Prova finale	Prova finale: lavoro di ricerca	30	36		
	Prova finale: scrittura e discussione	6			
<b>TOTALE</b>			<b>120</b>		

## Curriculum "Fisica dei Sistemi Complessi"

Il curriculum di "Fisica dei sistemi complessi" ha una vocazione esplicitamente interdisciplinare e di carattere teorico-computazionale, centrata sull'acquisizione di strumenti importanti per affrontare problemi aperti in svariate discipline oltre alla fisica, quali la biologia, la medicina, le scienze cognitive e l'intelligenza artificiale. Nello spirito di una formazione che passa anche attraverso la ricerca, una particolare attenzione sarà usata nello scegliere, ove possibile, il materiale didattico integrando esempi e dati sperimentali provenienti dai numerosi laboratori attivi in area fiorentina (ma non solo) nell'ambito della fisica e delle altre discipline. Gli studenti che scelgono questo curriculum sono fortemente incoraggiati a prendere contatto da subito con gruppi di ricerca al Dipartimento di Fisica e Astronomia, o in altre strutture a seconda delle inclinazioni individuali, in modo da avvicinarsi alla ricerca in modo progressivo. Queste attività potranno prendere la forma di piccoli progetti estemporanei, approfondimenti di argomenti vari di questo o quel corso, approfondimenti bibliografici e ben altro ancora. A tale riguardo, è fortemente raccomandato utilizzare i corsi a scelta libera e l'eventuale periodo in Erasmus per approfondire gli aspetti interdisciplinari del percorso. Il curriculum in fisica dei sistemi complessi fornisce una preparazione che allena all'analisi, schematizzazione e modellizzazione di problemi aperti in campi diversi, aiutando gli studenti a formarsi lo spirito critico necessario per affrontare temi complessi, prezioso sia nell'ambito della ricerca di base che per ricerche applicate.

Tipologia	Insegnamento	CFU		SSD		
Caratterizzanti	Fisica dei sistemi complessi con applicazioni	6	48	FIS/03		
	Laboratorio di fisica computazionale	6		FIS/03		
	Meccanica statistica	6		FIS/02		
	Processi stocastici e di non equilibrio	6		FIS/02		
	Sistemi dinamici e teoria del caos	6		FIS/02		
	<i>Due corsi a scelta tra:</i>					
	Atomi, molecole e fotoni	6		FIS/03		
	Biofisica molecolare e cellulare	6		FIS/03		
	Elementi di fisica della materia	6		FIS/03		
	Fisica della materia condensata e fenomeni critici	6		FIS/03		
	Fisica teorica	6		FIS/02		
	Informazione quantistica	6		FIS/03		
	Laboratorio di biofisica e biofotonica	6		FIS/03		
	Laboratorio di fisica dei liquidi	6		FIS/03		
	Metodi matematici per la fisica teorica	6		FIS/02		
	<i>Un corso a scelta tra:</i>					
	Astrofisica	6		FIS/05		
	Astrofisica relativistica	6		FIS/05		
	Cosmologia	6		FIS/05		
	Fisica dell'atmosfera	6		FIS/06		
Fisica del plasma	6	FIS/06				
Metodi numerici per l'astrofisica	6	FIS/05				
Affini e integrativi	<i>Tre corsi a scelta tra quelli riportati nella tabella degli insegnamenti affini e integrativi, o tra Didattica della fisica</i>	6	18	FIS/08		
A scelta studente	<i>Corsi a scelta tra quelli curriculari non già selezionati, o attivati in altri curricula, o in altri corsi di studio dell'Università di Firenze</i>		12			
Stage e tirocini			6			
Prova finale	Prova finale: lavoro di ricerca	30	36			
	Prova finale: scrittura e discussione	6				
<b>TOTALE</b>			<b>120</b>			

## Curriculum "Fisica Teorica"

Il curriculum di "Fisica teorica" presenta un percorso formativo mirato a fornire allo studente tutti gli strumenti teorici per affrontare un vasto spettro di argomenti nella fisica moderna: dalla teoria dei campi quantistici alle interazioni fondamentali delle particelle elementari, dalla gravità alla cosmologia, dalla materia nei suoi stati fondamentali a quella a temperature e densità estreme.

Nei corsi consigliati agli studenti verranno presentati i settori di ricerca attualmente più vivaci a livello internazionale, tra i quali la cosmologia primordiale, la teoria delle stringhe, la materia relativistica e la fisica dei buchi neri, nonché le loro interconnessioni.

Le attività di ricerca si svolgono, oltre che nel Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze, presso l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e il Centro Nazionale di Studi Avanzati "Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics" ad Arcetri.

Il curriculum teorico fornisce una preparazione che affina le capacità di analisi e modellizzazione matematica dei problemi, sia a livello analitico che numerico, e forma un'attitudine generale ad affrontare temi complessi, che si rivela preziosa in un futuro lavoro sia in ambito accademico che presso istituti di ricerca che in aziende private.

Tipologia	Insegnamento	CFU		SSD	
Caratterizzanti	Fisica teorica	6	48	FIS/02	
	Meccanica statistica	6		FIS/02	
	Metodi matematici per la fisica teorica	6		FIS/02	
	Teoria dei campi I	6		FIS/02	
	Relatività	6		FIS/02	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Atomi, molecole e fotoni	6		FIS/03	
	Elementi di fisica della materia	6		FIS/03	
	Fisica della materia condensata e fenomeni critici	6		FIS/03	
	Fisica dei sistemi complessi con applicazioni	6		FIS/03	
	Informazione quantistica	6		FIS/03	
	Laboratorio di fisica computazionale	6		FIS/03	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Fisica nucleare e subnucleare	6		FIS/04	
	Fisica delle particelle elementari	6		FIS/04	
	Raggi cosmici	6		FIS/04	
	<i>Un corso a scelta tra:</i>				
	Astrofisica	6		FIS/05	
Astrofisica relativistica	6	FIS/05			
Cosmologia	6	FIS/05			
Fisica dell'atmosfera	6	FIS/06			
Fisica del plasma	6	FIS/06			
Affini e integrativi	<i>Tre corsi a scelta tra quelli riportati nella tabella degli insegnamenti affini e integrativi</i>		18		
A scelta studente	<i>Corsi a scelta tra quelli curriculari non già selezionati, o attivati in altri curricula, o in altri corsi di studio dell'Università di Firenze</i>		12		
Stage e tirocini			6		
Prova finale	Prova finale: lavoro di ricerca	30	36		
	Prova finale: scrittura e discussione	6			
<b>TOTALE</b>			<b>120</b>		

<b>Insegnamenti affini e integrativi</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>
Analisi dati in fisica subnucleare	6	FIS/04
Astrobiologia	6	FIS/05
Astrofisica delle alte energie	6	FIS/05
Elementi di gravità quantistica	6	FIS/02
Elettronica generale I	6	FIS/01
Elettronica generale II	6	FIS/01
Evoluzione e nucleosintesi stellare	6	FIS/05
Fenomeni quantistici con onde di materia	6	FIS/03
Fisica applicata all'ambiente e ai beni culturali	6	FIS/07
Fisica con fasci radioattivi	6	FIS/04
Fisica dei liquidi e soft matter	6	FIS/03
Fisica dei semiconduttori: teoria e applicazioni	6	FIS/03
Fisica del mezzo interstellare	6	FIS/05
Fisica delle alte energie	6	FIS/04
Fisica delle galassie	6	FIS/05
Fisica medica	6	FIS/07
Fisica solare e dello spazio interplanetario	6	FIS/06
Gas quantistici	6	FIS/03
Introduzione a scienza e tecnologie quantistiche	6	FIS/03
Introduzione alla fisica dei sistemi complessi	6	FIS/03
Introduzione alla relatività generale	6	FIS/02
Introduzione alle osservazioni astrofisiche	6	FIS/05
Laser e applicazioni	6	FIS/03
Materiali fotonici	6	FIS/03
Metodi matematici per la meccanica quantistica	6	FIS/02
Metodi sperimentale di fisica nucleare	6	FIS/04
Metodi sperimentali di fisica subnucleare	6	FIS/01
Microscopia avanzata	6	FIS/03
Nuclei galattici attivi e buchi neri	6	FIS/05
Ottica	6	FIS/03
Ottica adattiva per l'astrofisica	6	FIS/05
Paradossi quantistici	6	FIS/03
Particelle elementari e applicazioni	6	FIS/04
Prime stelle e prime galassie	6	FIS/05
Progettazione di strumentazione ottica	6	FIS/05
Radioattività: fenomeni quantistici e ricadute sulla società	6	FIS/04
Sistemi di acquisizione dati	6	FIS/01
Storia della chimica e della fisica	6	FIS/08
Tecniche di analisi con fasci di ioni	6	FIS/07
Tecnologie spaziali	6	FIS/05
Teoria dei campi avanzata	6	FIS/02
Teoria dei campi II	6	FIS/02
Teoria dei sistemi a molti corpi	6	FIS/02
Teoria della materia relativistica	6	FIS/02
Teorie dell'universo primordiale	6	FIS/02
Topologia differenziale	6	MAT/03
Turbolenza ottica per l'astrofisica	6	FIS/05

