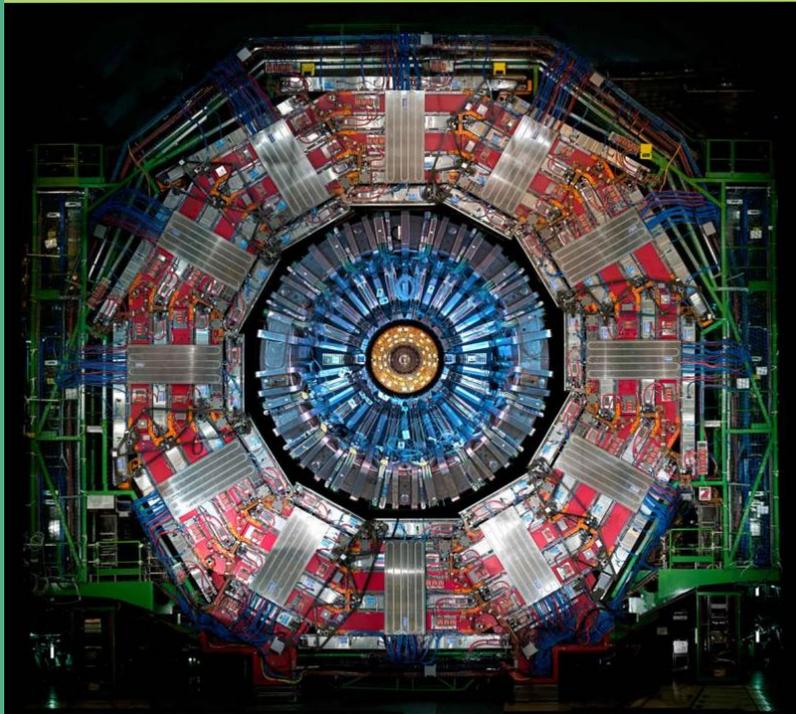


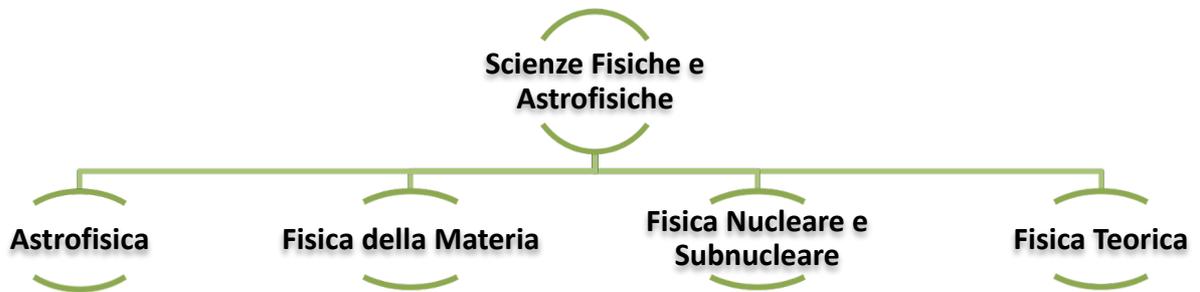
$$G_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

1

Corso di Laurea in Fisica e  
Astrofisica, Classe L-30



2



Presidente: Prof. Alessandro Cuccoli  
Dipartimento di Fisica e Astronomia  
via G. Sansone 1 - 50019 Sesto Fiorentino (FI)  
[e-mail: pres-cdl@fisica.unifi.it](mailto:pres-cdl@fisica.unifi.it)  
pagina [web: www.fis-astro.unifi.it](http://www.fis-astro.unifi.it)  
Delegato all'orientamento: Prof. Lapo Casetti  
tel. 0554572311, [e-mail: lapo.casetti@unifi.it](mailto:lapo.casetti@unifi.it)

### **Finalità del corso**

È noto che il contributo dei fisici è da sempre essenziale per il progresso scientifico e gli avanzamenti tecnologici. Il motivo di ciò non va solo e banalmente ricercato nelle scoperte che la Fisica e l'Astrofisica hanno compiuto e continuano a compiere, ma anche e soprattutto nel metodo scientifico di indagine che tutti i fisici (non solo quei pochi che compiono le grandi scoperte) sistematicamente applicano nell'affrontare i problemi che sono chiamati a risolvere, spesso anche in contesti esterni a tali discipline.

Il metodo scientifico di indagine tipico della Fisica consiste in uno stimolante susseguirsi di: osservazione accurata e riproducibile del fenomeno in studio, schematizzazione ed enucleazione dei fatti fondamentali, costruzione di un modello del fenomeno in esame (quasi sempre su basi matematiche), risoluzione formale del modello e infine verifica sperimentale (che può voler dire anche smentita) della coerenza fra il modello introdotto e il fenomeno esaminato. La necessità di saper schematizzare modelli, compiere (o quanto meno analizzare) le ineludibili verifiche sperimentali e trarne le conclusioni oggettive, richiede, da una parte, buone conoscenze teoriche nel campo della Fisica e della Matematica, capacità di sintesi e di logica, dall'altra, padronanza di tecniche di laboratorio e di analisi dati. Queste doti, spesso presenti nel laureato in discipline fisiche, fanno di lui un ideale "solutore di problemi".

È compito del Corso di Laurea aiutare gli studenti a sviluppare ed affinare questa corretta attitudine mentale, stimolando lo studente fin dal primo anno di corso sia con conoscenze teoriche sia con l'apprendimento di tecniche sperimentali di laboratorio. Per questo motivo, il Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica presenta una didattica strutturata sia in corsi a carattere teorico (con esercitazioni numeriche), intesi a fornire le competenze di base in Fisica classica e moderna, in Astrofisica, e in Matematica, sia in corsi di laboratorio, mirati a fornire le tecniche di indagine sperimentale e di elaborazione dei dati (via via più sofisticate nel corso dei tre anni).

La preparazione dei laureati italiani nelle discipline fisiche è sempre stata di livello molto elevato ed ha assicurato ad essi una facile collocazione nel mondo del lavoro, sempre adeguata alle loro capacità e conoscenze. Negli ultimi anni sono sempre di più i fisici che danno il loro contributo, oltre che nel mondo della ricerca fisica di base, anche in svariati altri campi della scienza e delle applicazioni, al cui sviluppo essi contribuiscono mediante il loro apporto metodologico: la scienza e il controllo dell'ambiente, l'informatica, l'economia, le tecniche di indagine diagnostica e di terapia medica, le indagini storiche e le tecniche di conservazione nel campo dei beni culturali. In altre parole, non solo per il laureato in Fisica e Astrofisica non esiste il problema della disoccupazione, ma esso trova impiego nei campi più vari e in tutti questi riesce a rendersi prezioso e a farsi apprezzare per le sue specificità.

### **Denominazione e classe di appartenenza**

È istituito presso l'Università degli Studi di Firenze il Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica. Il Corso è organizzato dal Dipartimento di Fisica e Astronomia e dalla Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Il Corso di Laurea appartiene alla classe L-30, Scienze e Tecnologie Fisiche. Il Corso ha la durata normale di 3 anni. Di norma l'attività dello studente corrisponde al conseguimento di 60 crediti all'anno. Qui nel seguito viene riportato la guida del Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica per l'anno accademico 2019-2020, che contiene tutte le informazioni riguardo alla organizzazione didattica. Si ricorda infine che è attiva la Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche, strutturata in diversi curricula.

### **Obiettivi formativi, profilo culturale e professionale, sbocchi professionali**

Come risulta dall'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica allegato al Regolamento Didattico di Ateneo, gli obiettivi formativi del Corso di Laurea, il profilo culturale e professionale previsto per i laureati in Fisica e i possibili sbocchi professionali sono i seguenti:

#### *Obiettivi formativi*

L'obiettivo del Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica è la formazione di laureati con una solida preparazione nelle discipline di base tale da consentire sia il perfezionamento delle loro capacità scientifiche e professionali in corsi di studi di secondo livello che l'inserimento in attività lavorative che richiedono familiarità con il metodo scientifico, mentalità aperta e flessibile, predisposta al rapido apprendimento di metodi di indagine e di tecnologie innovative, e capacità di utilizzare attrezzature complesse. A tal fine, il Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica prevede attività formative, articolate in corsi cattedratici, esercitazioni e laboratori, intese a fornire:

- padronanza nell'utilizzo delle conoscenze di base di algebra, geometria, calcolo differenziale e integrale, sia per applicazioni alla fisica, sia come strumento generale di modellizzazione e di analisi di sistemi;
- conoscenze di base di chimica, anche nelle sue connessioni con la fisica, e operative dei sistemi informatici e di calcolo automatico e del loro utilizzo nella soluzione di problemi di fisica;
- conoscenze fondamentali di fisica classica, fisica teorica e meccanica quantistica e delle loro basi matematiche;
- conoscenze di base di fisica moderna, relative all'astrofisica, alla fisica nucleare e subnucleare e alla struttura della materia, che potranno essere approfondite e sviluppate in corsi di studi di secondo livello;
- conoscenze operative di moderni strumenti di laboratorio, di metodiche sperimentali e di elaborazione dei dati acquisite in corsi di laboratorio;
- esperienza nella soluzione numerica di problemi di fisica;
- padronanza di una seconda lingua della comunità europea, oltre all'italiano, per permettere al laureato di interagire a livello europeo nel mondo scientifico e in quello del lavoro;
- capacità di eseguire lavoro autonomo e di gruppo.

#### *Profilo culturale e professionale*

Mediante le attività formative previste, il Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica intende preparare laureati che abbiano competenze conformi agli obiettivi qualificanti previsti dalla dichiaratoria della classe L30, e abbiano una preparazione che soddisfi ai criteri di conoscenza e abilità riportati nell'Ordinamento e nel Regolamento didattico del Corso di Laurea.

### *Sbocchi professionali*

La formazione del laureato in Fisica e Astrofisica è mirata al suo inserimento, dopo ulteriori periodi di istruzione e di addestramento, in attività di ricerca scientifica o tecnologica a livello avanzato, e in attività di insegnamento e diffusione della cultura scientifica. Le competenze acquisite consentono tuttavia al laureato in Fisica e Astrofisica di trovare collocazione in una vasta gamma di aree produttive per svolgere attività professionali che richiedono una adeguata conoscenza della fisica e delle sue metodologie, curando attività di modellizzazione e analisi e le relative implicazioni fisiche e informatiche.

Alcuni esempi di sbocchi professionali sono:

- i settori di ricerca e sviluppo delle industrie tecnologicamente avanzate;
- 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 Fisica e Astrofisica permettono inoltre l'accesso, dopo ulteriori periodi di istruzione e di addestramento, a tutte le professioni dei punti 2.1.1.1.1 (Fisici) e 2.1.1.1.2 (Astronomi e astrofisici) e a parte di quelle del punto 2.1.1.4.1 (Analisti e progettisti di software) della classificazione ISTAT delle professioni.

### **Ammissione al Corso di Laurea: preparazione iniziale richiesta, prerequisiti e accertamento di eventuali debiti formativi**

Per essere ammessi al Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria di secondo grado o di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo.

Lo studente che desidera iscriversi al Corso di Laurea deve inoltre avere una buona preparazione sui programmi di aritmetica, algebra, geometria e trigonometria svolti nelle scuole medie superiori. L'accertamento del grado di preparazione degli studenti verrà effettuato mediante una verifica obbligatoria. Tale verifica avrà lo scopo di individuare eventuali lacune dello studente relativamente alle conoscenze matematiche di base necessarie per affrontare il corso di studio. L'esito della verifica, comunicato con procedura riservata allo studente, non è in alcun modo vincolante ai fini dell'iscrizione; tuttavia, in caso di risultato negativo, lo studente dovrà seguire dei corsi di recupero (obblighi formativi aggiuntivi, OFA) appositamente istituiti dalla Scuola.

Le date, i luoghi di svolgimento e ulteriori informazioni sulla prova di accertamento saranno pubblicizzati in rete sulla pagina web del Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica ([www.fis-astro.unifi.it](http://www.fis-astro.unifi.it)) e su quella della Scuola di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali ([www.scienze.unifi.it](http://www.scienze.unifi.it)).

Il Corso di Laurea organizza inoltre, nella settimana antecedente l'inizio delle attività didattiche, un precorso concernente ulteriori attività formative utili per il successivo apprendimento universitario e aperto a tutte le aspiranti matricole.

Per gli studenti immatricolati ed iscritti a questo corso di laurea sono previste forme di rimborso parziale delle tasse e dei contributi allo scopo di incentivare le iscrizioni a corsi di studio inerenti ad aree disciplinari di particolare interesse nazionale e comunitario (D.M. 29 dicembre 2014 n. 976).

### Articolazione delle attività formative e crediti ad essi attribuiti

Il quadro generale delle attività formative è riportato nell'Ordinamento Didattico allegato al Regolamento Didattico di Ateneo.

La tabella dei corsi di tutti e tre gli anni, comprensiva delle informazioni riguardo ai crediti associati ad ogni corso e del settore disciplinare è riportata nel Regolamento Didattico del Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica.

Il Regolamento del Corso di Laurea in Fisica e Astrofisica riporta inoltre le norme generali riguardo alla conoscenza della lingua straniera, alla prova finale, al conseguimento del titolo, ai piani di studi individuali, alle unità didattiche, alle propedeuticità, al tutorato, all'orientamento, al supporto didattico, al riconoscimento dei crediti, agli obblighi di frequenza, alle modalità della didattica e della valutazione e alla verifica della efficacia didattica. Il Regolamento rimanda a questa guida per l'attuazione particolareggiata dell'organizzazione didattica, in accordo ai principi generali definiti.

In questo paragrafo vengono riportate sinteticamente solo le informazioni essenziali sull'organizzazione didattica: il Corso di Laurea è basato su attività formative relative a sei tipologie: a) di base, b) caratterizzanti, c) affini o integrative, d) autonome, e) per la prova finale e per la conoscenza della lingua straniera e f) per ulteriori conoscenze linguistiche, informatiche, relazionali ed utili all'inserimento nel mondo del lavoro. Ad ogni tipologia sono assegnati un numero di crediti formativi universitari (CFU), per un totale complessivo di 180 crediti nel corso dei tre anni. Gli insegnamenti sono di norma organizzati in unità didattiche "semestrali" (e di norma si prevedono 30 CFU a semestre). Il quadro riassuntivo degli insegnamenti per i tre anni di corso è mostrato nella tabella sottostante (Tab. 1).

**Tab. 1. Quadro riassuntivo degli insegnamenti**

I ANNO (60 CFU)				
semestre	Insegnamento	CFU	Docente	Tipo - Settore
I	Analisi matematica I	12	C. Bianchini, G. Villari	a-MAT/05
	Geometria	6	G. Ottaviani, E. Rubei	a-MAT/03
	Chimica	6	I. Felli, F. Totti	a-CHIM/03
	Laboratorio di fisica I	3	M. Bongi	b-FIS/01
	Fisica I	3	O. Adriani	a-FIS/01
I	Geometria	6	G. Ottaviani, E. Rubei	a-MAT/03
	Laboratorio di fisica I	6	M. Fittipaldi, P. Pietrini,	b-FIS/01
	Fisica I	9	O. Adriani, L. Banchi	a-FIS/01
	Informatica	6	C. Zavatta, I. Zaza	c-INF/01
	Inglese	3		e

II ANNO (60 CFU)				
semestre	Insegnamento	CFU	Docente	Tipo - Settore
I	Analisi matematica II	9	F. Bucci	c-MAT/05
	Fluidi/Termodinamica/Sta- tistica	9	L. Del Zanna, R. Livi	a-FIS/02
	Astronomia	6	G. Risaliti, M. Romoli	b-FIS/05
	Laboratorio di ottica	6	M. Fattori, G. Modugno	b-FIS/03
	Metodi numerici per la fisica	3	F. Bagnoli, S. Landi	f
II	Laboratorio di fisica II	6	M. Capitanio, A. Stefanini	b-FIS/01
	Fisica II	15	V. Ciulli, M. Gurioli, F. Intonti, N.Poli	a-FIS/01
	Meccanica analitica	6	F. Talamucci	c-MAT/07

III ANNO (60 CFU)				
semestre	Insegnamento	CFU	Docente	Tipo - Settore
I	Meccanica quantistica	6	G. Pettini	b-FIS/02
	Laboratorio di fisica III	6	V. Ciulli	b-FIS/01
	Metodi matematici	6	D. Colferai	b-FIS/02
	Introduzione all'astrofisica	6	A. Marconi	b-FIS/05
	Libera scelta	0-12		d
II	Meccanica quantistica	6	D. Seminara	b-FIS/02
	Introduzione alla fisica della materia	6	A. Cuccoli	b-FIS/03
	Introduzione alla fisica nucleare e subnucleare	6	O. Adriani, G. Pasquali	b-FIS/04
	Libera scelta	0-12		d
	Prova finale	6		e

Nella tabella sono riportati, oltre alla denominazione del corso, il numero di CFU, i nominativi dei docenti e anche la tipologia ed il settore disciplinare corrispondenti. I due corsi a libera scelta (tipologia d) possono essere seguiti sia al primo che al secondo semestre, la lista degli insegnamenti attivati è riportata nella sezione seguente.

### Piano di Studi

Ogni studente deve presentare un *Piano di Studi* individuale per poter accedere alle sessioni di laurea dell'anno accademico di presentazione del piano oppure ai successivi. Tale Piano, da presentarsi entro il 30 novembre di ogni anno, deve soddisfare ai requisiti previsti dalla Classe delle Lauree nelle Scienze e Tecnologie Fisiche. Il Piano di Studi è soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Laurea, che deve fornire la risposta entro un mese dalla scadenza per la presentazione.

Il Piano segue di norma le indicazioni fornite in Tab.1. Per quanto riguarda i 12 crediti a scelta di tipologia d), fermo restando che lo studente può presentare un Piano di Studi che indichi corsi di suo interesse non menzionati in questa guida, il Corso di Laurea garantisce l'approvazione di percorsi che esauriscano i 12 crediti su insegnamenti che il Corso di Laurea attiverà di anno in anno nel percorso della Laurea Magistrale in Scienze fisiche e astrofisiche, i cui programmi saranno calibrati per le conoscenze di uno studente triennale e le cui lezioni saranno organizzate senza sovrapposizioni fra di loro né con gli altri corsi istituzionali.

Gli insegnamenti consigliati sono:

- Complementi di astronomia (6 CFU – II semestre)
- Complementi di metodi matematici per la fisica (6 CFU – II semestre)
- Didattica della fisica (6 CFU – II semestre)
- Fisica dei liquidi e soft matter (6 CFU – I semestre)
- Fisica dei semiconduttori: teoria e applicazioni (6 CFU – I semestre)
- Fisica dei sistemi complessi (6 CFU – II semestre)
- Introduzione alla teoria della relatività (6 CFU – I semestre)
- Introduzione alle tecnologie quantistiche (6 CFU – II semestre)
- Laboratorio di elettronica (6 CFU – I semestre)
- Laser e applicazioni (6 CFU – II semestre)
- Particelle elementari e applicazioni (6 CFU – II semestre)
- Storia della chimica e della fisica (6 CFU – I semestre)
- Tecniche di rivelatori per radiazioni ionizzanti (6 CFU – I semestre)
- Tecnologie spaziali (6 CFU – I semestre)

### **Sessioni di esami, modalità degli esami e accreditamenti**

Al termine del I e del II semestre sono predisposte sessioni di due appelli, distanziati di almeno quattordici giorni, per tutti gli esami del Corso di Laurea. Nel mese di settembre è prevista un'ulteriore sessione con un appello. In concomitanza con le vacanze pasquali è infine prevista la sospensione delle lezioni e l'istituzione di un'ulteriore sessione di esame con un appello per ogni insegnamento. In totale saranno quindi garantiti sei appelli nel corso dell'anno per tutti gli esami.

Lo studente è comunque fortemente incoraggiato a organizzare la propria attività didattica in modo da sostenere l'esame alla fine del corso corrispondente.

I corsi che richiedono una prova finale per l'accreditamento, possono prevedere per l'esame o una prova scritta o una prova orale o entrambe. Sarà cura del docente rendere note le modalità dell'esame prima dell'inizio del corso, informando il Corso di Laurea che ne curerà la pubblicizzazione, anche sul sito web.

Alcuni corsi con attività di laboratorio o laboratorio informatico assegnano i crediti e la valutazione finale sulla base di ulteriori attività individuali svolte dallo studente, inerenti agli argomenti dei corsi e che richiedano un impegno orario al più pari a quello istituzionale del corso. In generale, in tutti quei casi in cui la proposta definitiva di valutazione avviene o a seguito di una prova scritta o di un'attività aggiuntiva individuale o di ambedue, lo studente ha facoltà di chiedere per la valutazione una prova orale integrativa.

Per molti corsi lo studente può ottenere l'insieme dei crediti e la valutazione finale mediante il superamento di *prove di accertamento in itinere* previste durante lo svolgimento delle lezioni oppure mediante l'esame standard in una sessione qualunque dell'anno accademico successiva allo svolgimento del corso.

L'insegnamento di Metodi numerici per la fisica assegna i crediti corrispondenti tramite un giudizio di idoneità.

Per l'esame di Inglese l'accREDITamento avviene tramite la verifica della comprensione scritta di area scientifica al livello B1 presso il Centro Linguistico di Ateneo.

Per maggiori dettagli sulle modalità degli esami si rimanda alle informazioni che i docenti forniranno all'inizio del loro corso.

### **Obblighi di frequenza e propedeuticità degli esami**

La frequenza ai corsi è una condizione essenziale per un proficuo inserimento dello studente nell'organizzazione didattica del Corso di Laurea. Per i corsi con esercitazioni di laboratorio o di laboratorio informatico la frequenza è obbligatoria e accertata ad ogni seduta di laboratorio. Gli insegnamenti sono di norma organizzati in unità didattiche "semestrali". Alcuni corsi di insegnamento, cui corrisponde un unico esame finale, constano di due o più unità didattiche semestrali (moduli, normalmente contigui). In questi casi il modulo successivo ha come prerequisito la frequenza al precedente. In generale, la successione temporale dei corsi predisposta dal Corso di Laurea è quella ottimale per il progredire della carriera didattica dello studente: il superamento degli esami nella medesima successione con la quale vengono impartiti gli insegnamenti è il modo di procedere naturale che permette il soddisfacimento delle propedeuticità di tutti i corsi.

In ogni caso sono istituite le seguenti propedeuticità per gli esami:

<b>Esame</b>	<b>Propedeuticità</b>
Analisi matematica II Fluidi/Termodinamica/Statistica	Analisi matematica I
Fisica II	Analisi matematica I Fisica I
Meccanica analitica	Analisi matematica I Geometria Fisica I
Laboratorio di fisica II Laboratorio di ottica	Laboratorio di fisica I
Laboratorio di fisica III	Laboratorio di fisica II
Metodi matematici	Analisi matematica I Geometria
Introduzione all'astrofisica	Analisi matematica II Fisica I Fluidi/Termodinamica/Statistica
Meccanica quantistica Introduzione alla fisica della materia Introduzione alla fisica nucleare e subnucleare	Analisi matematica II Fisica II Meccanica analitica

### **Conoscenza della lingua straniera**

Per quanto riguarda le attività di tipo e), sono previsti tre crediti per la conoscenza della lingua straniera. Tali crediti sono assegnati tramite la verifica della comprensione scritta di area scientifica al livello B1 presso il Centro Linguistico di Ateneo. Tali crediti possono essere acquisiti anche tramite attestati di valutazione rilasciati da Enti esterni, previo parere favorevole da parte del Consiglio di Corso di Laurea. I certificati di lingua ottenuti da Enti che rientrino nella lista ufficiale dell'Ateneo saranno automaticamente accettati.

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

Per quanto riguarda le attività di tipo f), sono previsti tre crediti per le abilità informatiche e telematiche. Tali abilità sono fornite nell'ambito dell'insegnamento di Metodi numerici per la fisica. I corrispondenti crediti sono assegnati tramite un giudizio di idoneità.

### **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.

### **Modalità didattiche differenziate per studenti lavoratori o part-time**

Il Corso di Laurea dichiara la propria disponibilità a collaborare alle iniziative che l'Ateneo si impegna a sviluppare per gli studenti lavoratori e/o part-time.

### **Prova finale e conseguimento del titolo**

Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito 174 crediti, corrispondenti normalmente a tre anni accademici per uno studente con adeguata preparazione iniziale ed impegnato a tempo pieno negli studi universitari.

La prova finale per il conseguimento della Laurea in Fisica e Astrofisica consiste nella discussione di un elaborato scritto su un argomento di fisica moderna ovvero nella discussione di un elaborato scritto sulla progettazione ed esecuzione di una misura di fisica a contenuto tecnologico avanzato eseguita dal candidato. In alternativa lo studente può richiedere un esame su argomenti di cultura generale concernenti il Corso di Studi in Fisica e Astrofisica. L'attività relativa alla prova finale deve essere concordata con un relatore e seguita dal relatore stesso. La discussione dell'elaborato scritto o l'esame di cultura generale avviene davanti ad una Commissione di laurea composta da non meno di sette membri. Il voto di laurea, espresso in centodecimi con eventuale lode, valuta il curriculum dello studente, la relazione scritta e la presentazione orale della medesima, oppure, in alternativa, il curriculum dello studente e l'esame di cultura generale. I criteri generali di valutazione sono resi pubblici sulla pagina web.

### **Tutorato**

Per ogni studente del primo anno viene nominato un tutore al quale lo studente può rivolgersi, nel corso degli anni, per consigli sulle scelte riguardanti il curriculum e l'organizzazione degli studi.

### **Semestri e calendario delle sessioni di laurea**

Per l'anno accademico 2019-2020 il calendario dei semestri è il seguente:

- I Semestre: 16 settembre – 20 dicembre 2019 (primo anno, dal 23 settembre per gli altri)
- II Semestre: 17 febbraio – 5 giugno 2020 (primo anno, dal 24 febbraio per gli altri)
- Pausa Pasquale: 6 – 19 aprile

Per l'anno accademico 2019-2020 gli appelli di laurea verranno stabiliti e comunicati successivamente, mentre per l'anno accademico 2018-2019 il calendario delle sessioni di laurea è il seguente:

- 25 giugno 2019
- 23 luglio 2019
- 17 settembre 2019
- 22 ottobre 2019
- 17 dicembre 2019
- 25 febbraio 2020
- 21 aprile 2020

### **Verifica dell'efficacia didattica**

Ogni titolare di insegnamento è invitato a verificare l'efficacia didattica del proprio corso, valutando, durante le lezioni e le esercitazioni del corso, il livello di rispondenza degli studenti ed il soddisfacimento dei prerequisiti e registrando il numero degli studenti che entro un anno solare dalla data di fine corso hanno superato l'esame e confrontando tale numero con quello di coloro che hanno frequentato le lezioni del corso. Se il docente rileva problemi riguardo a questi o ad altri aspetti comunque attinenti al proprio corso, sarà sua cura segnalarli al Corso di Laurea e alla Commissione Didattica paritetica, fornendo una relazione mirata a individuare le possibili cause del problema, nonché a suggerire possibili interventi. Dopo l'ultimo appello di settembre di ogni anno accademico, la Commissione Didattica paritetica, in collaborazione con i docenti dei corsi, presenta una valutazione sull'efficacia della didattica predisposta nell'anno accademico precedente e la illustra al primo Consiglio di Corso di Laurea successivo. Anche sulla base di questa relazione, il Consiglio di Corso di Laurea introduce nel successivo Manifesto del Corso di Laurea le modifiche ritenute più adatte a migliorare la qualità dell'offerta didattica.

## **PROGRAMMA DEI CORSI**

### **Analisi matematica I** (Prof.ssa C. Bianchini, Prof. G. Villari)

I anno, I semestre, 12 CFU

*Programma:* Linguaggio delle proposizioni. Numeri reali. Successioni e funzioni reali. Il concetto di limite. Funzioni continue. Funzioni derivabili e loro proprietà. Problemi di minimo/massimo. Grafici. Formula di Taylor e sue applicazioni. Funzioni convesse. Integrale secondo Riemann. Il teorema fondamentale del calcolo integrale. Calcolo degli integrali. Integrali impropri. Serie numeriche. Introduzione ai modelli differenziali.

### **Analisi matematica II** (Prof.ssa F. Bucci)

Il anno, I semestre, 9 CFU

*Programma:* Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Integrali multipli. Curve e superfici. Forme differenziali. Teorema della divergenza. Formula di Stokes. Serie e successioni di funzioni. Serie di potenze. Equazioni differenziali.

### **Astronomia** (Prof. G. Risaliti, Prof. M. Romoli)

Il anno, I semestre, 6 CFU

*Programma:* Coordinate e tempo: Sfera celeste, sistemi di coordinate e misura del tempo. Astrometria: parallassi e cenni sulla misura delle distanze, effetto Doppler e misura delle velocità radiali. Fotometria: Flusso, magnitudini, indici di colore, estinzione interstellare, effetti atmosferici. Stelle: Diagramma HR, tipi di stelle e relazioni di scala (osservative), classificazione spettroscopica e temperatura superficiale. Esperienza di misura di flussi di stelle e costruzione di un diagramma HR. Gravitazione: Problema dei due corpi, leggi di Keplero, soluzione del moto orbitale,

equazioni di Keplero. Sistemi di stelle binarie visuali, astrometrici, fotometrici e spettroscopici. Misure di massa e raggio. Applicazioni: esopianeti, effetti mareali, precessione degli equinozi, nutazione.

**Chimica** (Prof.ssa I. Felli, Prof. F. Totti)

I anno, I semestre, 6 CFU

*Programma:* Struttura della materia. La mole ed i rapporti ponderali. Modello strutturale dell'atomo. Orbitali atomici e molecolari. Proprietà periodiche. Il legame chimico. Geometria molecolare e Formule di struttura. Stechiometria. Reazioni chimiche. Stati di aggregazione della materia. Proprietà delle soluzioni. Termodinamica. Equilibrio chimico. Equilibri in soluzione acquosa. Cinetica chimica. Elettrochimica.

**Fisica I** (Prof. O. Adriani, Prof. L. Banchi)

I anno, I e II semestre, 12 CFU

*Programma:* Sistemi di riferimento, trasformazioni. Cinematica del punto materiale e dei mezzi continui, corpi rigidi. Statica e dinamica del punto materiale e dei corpi estesi. Lavoro ed energia meccanica. Campi di forze conservativi. Gravitazione universale.

**Fisica II** (Prof. V. Ciulli, Prof. M. Gurioli, Prof.ssa F. Intonti, Prof. N. Poli)

Il anno, II semestre, 15 CFU

*Programma:* Legge di Coulomb. Campo elettrico e potenziale elettrostatico. Teorema di Gauss. Elettrostatica nei conduttori. Capacità e condensatore. Energia elettrostatica. Equazione di Poisson. Dielettrici. Forza di Lorentz. Vettore induzione magnetica. Teorema di equivalenza di Ampère. Equazioni di Maxwell. Onde elettromagnetiche. Relatività ristretta. Cinematica e dinamica relativistiche. Formulazione covariante delle equazioni di Maxwell.

**Fluidi/Termodinamica/Statistica** (Prof. L. Del Zanna, Prof. R. Livi)

Il anno, I semestre, 9 CFU

*Programma:* Idrostatica: legge di Stevino, principio di Archimede. Cinematica e dinamica dei fluidi: equazione di Eulero, teoremi di Bernoulli e di Kelvin, onde di pressione e di gravità, fluidi reali, moto vorticoso. Termometria e calorimetria. Leggi dei gas e teoria cinetica. Termodinamica: primo e secondo principio, macchine termiche, teorema di Carnot, disuguaglianza di Clausius, entropia, potenziali termodinamici. Fisica statistica: teorema del viriale, distribuzione Maxwelliana, libero cammino medio, fenomeni di trasporto, random walk e moto Browniano, teorema-H, distribuzioni di Gibbs e di Boltzmann, equipartizione dell'energia.

**Geometria** (Prof. G. Ottaviani, Prof.ssa E. Rubei)

I anno, I e II semestre, 12 CFU

*Programma:* Campi, matrici, sistemi lineari, spazi vettoriali, applicazioni lineari, determinante, rango, autovettori e autovalori, diagonalizzabilità, forme bilineari, segnatura, forme hermitiane, geometria affine e euclidea.

**Informatica** (Prof. A. Zavatta, Prof. I. Zaza)

I anno, II semestre, 6 CFU

*Programma:* Principali infrastrutture hardware: processore, memorie, dispositivi di I/O. Sistemi di numerazione e aritmetica binaria. Algebra di Boole. Analisi di problemi, definizione degli algoritmi di risoluzione, strutture dati. Linguaggi di programmazione e codifica di istruzioni e dati. Programmazione in C: dati e istruzioni, funzioni di I/O, strutture di controllo del flusso, array e stringhe, funzioni, puntatori. Esercitazioni in laboratorio.

**Introduzione alla fisica della materia** (Prof. A. Cuccoli)

III anno, II semestre, 6 CFU

*Programma:* Particelle indistinguibili: statistiche di Bose e di Fermi. Gas di elettroni liberi, spettro di corpo nero, effetto fotoelettrico ed altri esperimenti di fisica quantistica. Atomi idrogenoidi: momenti magnetici, interazione spin-orbita, struttura fine degli spettri; interazione con campi esterni statici. Interazione radiazione-materia, forme di riga. Atomi e molecole. Elementi di cristallografia: simmetrie, reticoli diretto e reciproco. Vibrazioni reticolari e calori specifici dei solidi. Teorema di Bloch, modelli a elettroni liberi e origine delle bande.

**Introduzione alla fisica nucleare e subnucleare** (Prof. O. Adriani, Prof. G. Pasquali)

III anno, II semestre, 6 CFU

*Programma:* Fisica subnucleare Introduzione alle metodologie sperimentali. I leptoni e le interazioni deboli. I quarks e gli adroni: Il modello a quark, jets e gluoni. Simmetrie continue e discrete e leggi di conservazione. Le interazioni deboli di quarks e leptoni. L'unificazione elettrodebole e I bosoni vettori. Fisica nucleare - La forza nucleare. Il deutone. Scattering Rutherford e nucleone-nucleone. Trasformazioni di sistema di riferimento e di sezioni d'urto. Invarianza della sezione d'urto per trasformazioni di Lorentz. Introduzione all'isospin. Proprietà statiche dei nuclei. L'energia di legame nel nucleo. Modelli nucleari (goccia liquida, a shell, collettivo). Fusione e fissione come possibili fonti di energia. Decadimento radioattivo (alfa e beta).

**Introduzione all'astrofisica** (Prof. A. Marconi)

III anno, I semestre, 6 CFU

*Programma:* Fondamenti del trasporto radiativo. Struttura stellare ed evoluzione stellare. Sistemi binari e accrescimento. Il mezzo interstellare e la formazione stellare. Fluidodinamica dei processi astrofisici. Le galassie: proprietà morfologiche, proprietà dinamiche, la Via Lattea, la materia oscura. Nuclei Galattici Attivi e Buchi neri. Ammassi di Galassie. Introduzione alla Cosmologia.

**Laboratorio di fisica I** (Prof. M. Bongi, Prof.ssa M. Fittipaldi, Prof.ssa P. Pietrini)

I anno, I e II semestre, 9 CFU

*Programma:* Grandezze fisiche: definizione operativa, equazioni dimensionali, sistemi di unità di misura. Misure in fisica: errori sistematici e casuali. Analisi statistica dei dati sperimentali. Distribuzione di Gauss. Metodo dei Minimi quadrati. Esperienze di meccanica.

**Laboratorio di fisica II** (Prof. M. Capitanio, Prof. A. Stefanini)

II anno, II semestre, 6 CFU

*Programma:* Principi di elettrostatica. Correnti elettriche e leggi dei circuiti. Misure di grandezze elettriche e relativi strumenti. Campo magnetico. Circuiti in corrente alternata. Esperienze su: misure con metodo potenziometrico, misure in corrente alternata, misura del campo magnetico terrestre con sonda di Hall. Eventuali misure di altre grandezze fisiche.

**Laboratorio di fisica III** (Prof. V. Ciulli)

III anno, I semestre, 6 CFU

*Programma:* Concetti di Calcolo delle Probabilità. Statistica. Test statistici. Estimatori. Principio dei Minimi Quadrati e criterio di Massima Verosimiglianza. Concetto di coverage. Errori statistici e sistematici. Rumore elettrico; applicazioni a operativo; diodo a semiconduttore. Il rivelatore CCD. Muoni dai raggi cosmici. Decadimento e vita media. Coincidenze ritardate. Misure di tempo in fisica nucleare. Sistema di trigger. Fit di spettri di tempo per estrazione della vita media.

**Laboratorio di ottica** (Prof. M. Fattori, Prof. G. Modugno)

II anno, I semestre, 6 CFU

*Programma:* Onde elettromagnetiche piane. Cenni sullo spettro elettromagnetico. Riflessione e rifrazione. Ottica geometrica e introduzione ai sistemi ottici. Interferenza. Diffrazione. Polarizzazione e cenni sulla birifrangenza. Esperienze: misura di lunghezze

focali di lenti; diffrazione da una fenditura e da un reticolo; interferometro di Michelson; trasformazione tra stati di polarizzazione.

**Meccanica analitica** (Prof. F. Talamucci)

Il anno, II semestre, 6 CFU

*Programma:* Formalismo lagrangiano per il moto del punto materiale vincolato su una curva o su una superficie. Studio qualitativo del moto. Equilibrio, stabilità, criterio di Liapunov. Moto di punti materiali vincolati: geometria, cinematica e dinamica dei sistemi olonomi. Equazioni di Lagrange del secondo tipo: scrittura e proprietà. Trasformata di Legendre e funzione hamiltoniana. Sistema canonico di Hamilton e principali proprietà. Campi hamiltoniani. Parentesi di Poisson. Trasformazioni che conservano la struttura canonica. Principi variazionali e Principio di Hamilton. Forma di Poincaré-Cartan. Funzioni generatrici di trasformazioni canoniche. Equazione di Hamilton-Jacobi. Teorema di Noether nel formalismo lagrangiano ed in quello hamiltoniano.

**Meccanica quantistica** (Prof. G. Pettini, Prof. D. Seminara)

III anno, I e II semestre, 12 CFU

*Programma:* Riassunto dei fenomeni che hanno determinato la crisi della fisica classica. Breve riassunto di metodi matematici. Postulati della meccanica quantistica. Sistemi unidimensionali (buca quadrata a pareti infinite e finite, armonica, barriera di potenziale quadrata). Sistemi in due e tre dimensioni. Teoria generale del momento angolare. Composizione di momenti angolari. Atomo di idrogeno. Metodi di approssimazione: teoria delle perturbazioni stazionaria e dipendente dal tempo, approssimazione semiclassica e metodo variazionale. Applicazioni a vari fenomeni microscopici. Struttura atomica, particelle cariche in campi elettrici e magnetici. Teoria della diffusione.

**Metodi matematici** (Prof. D. Colferai)

III anno, I semestre, 6 CFU

*Programma:* Funzioni di variabile complessa: teorema di Cauchy, sviluppo in serie di Taylor e di Laurent, teorema dei residui, calcolo dei residui nei poli, lemma di Jordan. Trasformate di Fourier e di Laplace. Teoria delle distribuzioni, trasformata di Fourier di distribuzioni. Introduzione all'analisi funzionale: operatori su spazi di Hilbert.

**Metodi numerici per la fisica** (Prof. F. Bagnoli, Prof. S. Landi)

Il anno, I semestre, 3 CFU

*Programma:* Dopo un breve richiamo alla struttura del linguaggio C, il corso affronterà alcune tecniche di base del calcolo numerico scientifico: soluzioni di equazioni non lineari, interpolazione di funzioni, integrazione di equazioni differenziali ordinarie. Le applicazioni numeriche di laboratorio saranno focalizzate alla soluzione di semplici problemi di interesse fisico ed astrofisico.



Presidente: Prof. Alessandro Cuccoli  
Dipartimento di Fisica e Astronomia  
via G. Sansone 1 - 50019 Sesto Fiorentino (FI)  
[e-mail: pres-cdl@fisica.unifi.it](mailto:pres-cdl@fisica.unifi.it)  
pagina [web: www.fis-astro-lm.unifi.it](http://www.fis-astro-lm.unifi.it)  
Delegato all'orientamento: Prof. Lapo Casetti  
tel. 0554572311, [e-mail: lapo.casetti@unifi.it](mailto:lapo.casetti@unifi.it)

### Premessa

Gli aspetti salienti dell'organizzazione del Corso di Laurea Magistrale in Scienze Fisiche e Astrofisiche sono riportati nei relativi Ordinamento e Regolamento, ulteriori dettagli si trovano sul Manifesto degli Studi, che viene aggiornato anno per anno. Qui riportiamo un breve sunto puramente indicativo e una tabella degli insegnamenti che vengono attivati tutti gli anni. Il Corso di Laurea Magistrale è costituito in un unico corso, organizzato in quattro curricula.

Il Corso di Laurea Magistrale 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 nel campo della fisica classica e moderna, sperimentale o teorica a seconda dei curricula. 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, gli istituti e i centri di ricerca nazionali ed esteri. Le conoscenze acquisite serviranno per il completamento formativo in previsione del Dottorato di ricerca in Fisica o in Astronomia; inoltre le competenze acquisite sono utili per un inserimento nelle attività industriali, negli enti pubblici preposti ai rilievi ambientali e negli enti di ricerca.

Per tutti gli studenti, l'accesso è condizionato al possesso di requisiti curriculari, definiti nel Regolamento didattico del Corso di Studi. Non sono previsti crediti formativi, ovvero obblighi formativi aggiuntivi, al momento dell'accesso.

### Tabella riassuntiva degli insegnamenti

Come anticipato i curricula previsti sono quattro, ovvero: **Astrofisica, Fisica della materia, Fisica nucleare e subnucleare, Fisica teorica**. A seconda del curriculum scelto, lo studente dovrà includere i corsi come indicato nella tabella seguente, per un totale di 66 CFU, compresi gli insegnamenti selezionati da una lista di corsi *affini/integrativi* (comune ai quattro curricula). Inoltre, sono previsti corsi a libera scelta, per un totale di altri 12 CFU, e 6 CFU per lo stage o tirocinio, che può essere interno o anche presso aziende private o altri enti. Infine, una quota di 36 CFU è prevista per il lavoro di tesi, che di norma prevede attività di ricerca, teorica o di laboratorio, e la produzione di un elaborato scritto da discutere di fronte alla commissione di laurea.

Curriculum	Insegnamento	CFU
Astrofisica	Fisica teorica Fisica nucleare e subnucleare Astrofisica Astrofisica relativistica Cosmologia Plasmi astrofisici <i>Un corso a scelta tra:</i> Atomi, molecole e fotoni / Fisica dello stato solido <i>Un corso a scelta tra:</i> Laboratorio di astrofisica / Metodi numerici per l'astrofisica <i>Tre corsi a scelta tra gli affini e integrativi</i>	66
Fisica della materia	Fisica teorica Fisica nucleare e subnucleare Atomi, molecole e fotoni Fisica dello stato solido <i>Un corso a scelta tra:</i> Astrofisica relativistica / Cosmologia <i>Un corso a scelta tra:</i> Atomi ultrafreddi / Fotonica / Teoria quantistica dei solidi <i>Due corsi a scelta tra:</i> Laboratorio di fisica atomica / Laboratorio di fisica computazionale / Laboratorio di fisica dei liquidi / Laboratorio di fisica dello stato solido e fotonica <i>Tre corsi a scelta tra gli affini e integrativi</i>	66
Fisica nucleare e subnucleare	Fisica teorica Fisica nucleare e subnucleare Fusione, fissione e reazioni nucleari Fisica delle particelle elementari Laboratorio nucleare-subnucleare I Laboratorio nucleare-subnucleare II <i>Un corso a scelta tra:</i> Atomi, molecole e fotoni / Fisica dello stato solido <i>Un corso a scelta tra:</i> Astrofisica relativistica / Cosmologia <i>Tre corsi a scelta tra gli affini e integrativi</i>	66
Fisica teorica	Fisica teorica Fisica nucleare e subnucleare <i>Un corso a scelta tra:</i> Atomi, molecole e fotoni / Fisica dello stato solido <i>Un corso a scelta tra:</i> Astrofisica relativistica / Cosmologia <i>Quattro corsi a scelta tra:</i> Fisica statistica di non equilibrio / Meccanica statistica / Metodi matematici per la fisica teorica / Teoria dei campi I / Teoria dei sistemi dinamici / Relatività <i>Tre corsi a scelta tra gli affini e integrativi</i>	66
	Due corsi a libera scelta dello studente	12
	Stage e tirocini	6
	Prova finale	36
	<b>TOTALE</b>	<b>120</b>