



UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA  
DIPARTIMENTO DI  
FISICA

**Corso di Studio Magistrale in Fisica**

**Manifesto degli Studi**

Anno Accademico 2019-2020

*Approvato dal Consiglio di Dipartimento di Fisica in data 24/07/2019*

<b>Denominazione del Corso di Studio Magistrale</b>	<b>Fisica</b>
<b>Denominazione in inglese del Corso di Studio Magistrale</b>	<b>Physics</b>
<b>Anno Accademico</b>	<b>2019/2020</b>
<b>Classe di Corso di Studio</b>	<b>LM-17 Fisica</b>
<b>Dipartimento</b>	<b>Fisica</b>
<b>Coordinatore/referente del Corso di Studio</b>	<b>Prof. Alessandro Papa</b>
<b>Sito web</b>	<b><a href="http://www.fis.unical.it/fisicamagistrale.php">http://www.fis.unical.it/fisicamagistrale.php</a></b>

**Premessa**

La Laurea Magistrale in Fisica completa la formazione di base fornita dalla Laurea Triennale in Fisica offerta dal Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria e permette di approfondire settori della Fisica raggiungendo un alto grado di specializzazione nei campi dell'astrofisica, della fisica dei plasmi, della fisica dei solidi e delle superfici, della fisica e della biofisica molecolare, della fisica nucleare, della fisica biomedica, della fisica sperimentale delle particelle elementari, della fisica teorica delle interazioni fondamentali, della materia condensata, della geofisica, della fisica dell'atmosfera, della meteorologia, della climatologia e della fisica dell'ambiente. Questi stessi settori sono oggetto di ricerca da molti anni nel Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria con collaborazioni nazionali ed internazionali, per cui la formazione dello studente sarà avanzata e di frontiera. Gli studenti seguiranno dei corsi comuni a quattro curricula e poi si specializzeranno con corsi caratterizzanti e con il lavoro di tesi. Essi avranno modo di applicare le conoscenze acquisite ed affronteranno un argomento di ricerca originale o su settori avanzati della fisica. Avranno modo di sviluppare ed utilizzare apparati sperimentali e modelli teorici, di compiere ricerche bibliografiche e di presentare i propri risultati in forma professionale con tabelle e grafici ad un pubblico specializzato. Il lavoro dello studente sarà svolto in parte in autonomia, mentre il consiglio e la supervisione del relatore saranno ancora necessarie ed utili per la parte più specialistica del suo obiettivo. I quattro curricula del corso di laurea magistrale in Fisica si propongono quindi, da un lato, di fornire ai laureati la formazione necessaria per affrontare i corsi di formazione superiore (dottorato e/o scuole di specializzazione), dall'altro di metterli in

condizione di ottenere un immediato inserimento nel mondo professionale utilizzando le tecniche apprese e le competenze acquisite. Inoltre, la Laurea Magistrale in Fisica consente l'accesso alle prove di ammissione ai percorsi che conducono all'insegnamento nelle scuole, secondo la normativa vigente.

## **Curricula**

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

- 1) **Astrofisica e Geofisica**
- 2) **Fisica della Materia**
- 3) **Fisica Nucleare e Subnucleare**
- 4) **Fisica dell'Atmosfera, Meteorologia e Climatologia**

Il curriculum *Astrofisica e Geofisica* fornisce una preparazione diretta alla descrizione ed alla comprensione dei fenomeni fisici che avvengono sia nella nostra galassia che nelle galassie più distanti, e sia nei plasmi, sia di tipo astrofisico, quali per esempio il mezzo interplanetario, la corona solare, o il mezzo intergalattico, che di laboratorio, quali quelli ottenuti nelle macchine destinate a realizzare la fusione. Per la preparazione dei laureati in questo curriculum avrà un ruolo determinante l'apprendimento di tecniche numeriche avanzate di calcolo, anche parallelo, e di tecniche sofisticate di analisi dati, raccolte sia da terra che dallo spazio, per problemi astrofisici. Lo stesso curriculum fornirà, inoltre, gli strumenti per lo studio sia sperimentale che teorico dei fenomeni fisici che interessano la Terra e il mezzo circumterrestre, determinandone l'evoluzione.

Il curriculum *Fisica della Materia* comprende insegnamenti specialistici volti ad una formazione tecnica e scientifica nel campo delle proprietà fisiche dei materiali quali solidi, polimeri, cristalli liquidi e biomateriali, o nel campo dei sistemi biofisici e delle inerenti problematiche fisiche, delle metodiche fisiche dosimetriche orientate alla medicina.

I laureati acquisiranno, oltre alle competenze applicative, una formazione teorica generale diretta alla descrizione e comprensione dei processi fisici fondamentali che avvengono su scala atomica e molecolare in sistemi materiali solidi e nanostrutturati. Avranno, inoltre, conoscenze avanzate di elettronica ed informatica.

Il curriculum *Fisica Nucleare e Subnucleare* consentirà ai laureati di progettare e sviluppare apparati (o parti di apparati) sperimentali per la accelerazione e la rivelazione di nuclei e particelle elementari; di elaborare dati sperimentali eliminando condizionamenti strumentali e sintetizzando i risultati significativi; di analizzare e modellizzare i fenomeni inerenti alla Fisica nucleare e subnucleare; di costruire, modificare e sottoporre a verifica teorie delle interazioni nucleari e subnucleari per la comprensione e la predizione di nuovi dati e nuovi fenomeni; di applicare le metodologie acquisite a molteplici attività industriali, alla medicina e al servizio all'interno di strutture sia pubbliche che private mediante trasferimento tecnologico.

Il curriculum *Fisica dell'Atmosfera, Meteorologia e Climatologia* fornisce una preparazione diretta alla descrizione ed alla comprensione dei fenomeni fisici che avvengono nell'atmosfera e nell'idrosfera terrestri, alla elaborazione dei dati sperimentali, anche raccolti da satellite, e alle previsioni in ambito meteorologico e climatologico, anche sulla base di simulazioni numeriche.

Queste specificità del curriculum consentono allo studente non solo di acquisire una professionalità nel campo della meteorologia, ma di indirizzare gli studi in alcuni campi specifici quali competenze nei metodi numerici necessari per la costruzione e l'utilizzo di codici ad alte prestazioni, problematiche legate allo studio ed all'analisi della turbolenza e del trasporto di inquinanti, per finire alle problematiche legate allo Space Weather.

Inoltre, per ogni curriculum è prevista la possibilità di seguire un percorso didattico finalizzato al conseguimento, all'interno della laurea magistrale, dei 24 CFU per l'insegnamento di cui al D.M. n. 616 del 10 agosto 2017. Questo percorso prevede di scegliere, tra gli insegnamenti in opzione al primo anno di corso, Didattica della Matematica al posto di Matematica avanzata per la Fisica, e Didattica della Fisica al posto di Legame Chimico e Strutture. Gli studenti che vorranno seguire il percorso didattico devono obbligatoriamente scegliere entrambi i suddetti insegnamenti di didattica in opzione (12 CFU), e sono vincolati a scegliere, come insegnamenti a scelta dello studente al secondo anno di corso, altri insegnamenti tra quelli erogati dall'Ateneo e ricompresi nei settori-scientifico disciplinari delle discipline antropo-psico-pedagogiche negli ambiti denominati a), b) e c), ai sensi dell'art. 3 del D.M. n. 616 del 10 agosto 2017, per un totale di altri 12 CFU.

Tutti i curricula del corso di laurea si propongono, da un lato di fornire ai laureati la formazione necessaria per affrontare i corsi di formazione superiore (dottorato e/o scuole di specializzazione), dall'altro di metterli in condizione di ottenere un immediato inserimento nel mondo professionale e della scuola utilizzando le tecniche apprese e le competenze acquisite.

Il laureato magistrale in Fisica avrà le basi culturali e le conoscenze adeguate per accedere, a seguito del conseguimento, anche dopo la laurea, dei 24 CFU di cui al D.M. n. 616 del 10 agosto 2017, alle prove di ammissione ai corsi di formazione per l'insegnamento, denominati FIT, nelle classi A20, A27, e per essere tutor, istitutore ed insegnante nella formazione professionale.

### **Ammissione al primo anno**

Nell'Anno Accademico 2019/2020 saranno ammessi al Corso di Studio Magistrale in Fisica fino ad un massimo di **35 studenti**.

Per partecipare al concorso di ammissione al Corso di Studio Magistrale in Fisica (classe LM 17) è necessario essere in possesso dei seguenti requisiti curriculari:

- aver conseguito la Laurea Triennale in Fisica nella Classe L-25 (DM 509/99) o nella Classe L-30 (DM 270/04) o altra laurea nelle stesse classi;
- essere in possesso di altra laurea triennale e soddisfare i seguenti requisiti curriculari: aver acquisito almeno 25 CFU nei Settori Scientifico-Disciplinari MAT/01-MAT/08 e almeno 50 CFU nei Settori Scientifico-Disciplinari FIS/01-FIS/08.
- essere in possesso di un titolo di studio conseguito all'estero, ritenuto equipollente ad una laurea triennale in Fisica.

E' inoltre richiesta la conoscenza della lingua inglese al livello di competenza B2 del quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue.

Tale conoscenza sarà verificata nel corso della prova obbligatoria di valutazione della preparazione iniziale dello studente.

L'immatricolazione alla Laurea Magistrale in Fisica è subordinata alla valutazione della preparazione iniziale dello studente da parte di una Commissione nominata dal Dipartimento di Fisica.

La verifica consiste in una prova (orale o scritta) i cui contenuti, la data, le modalità di svolgimento e i criteri di valutazione dei candidati sono definiti annualmente nel bando di ammissione.

La Commissione provvederà a stilare due graduatorie: la prima relativa ai candidati in possesso dei requisiti necessari all'immatricolazione entro i termini indicati nel bando; la seconda composta dagli studenti i quali prevedono di conseguire il titolo di studio entro l'anno solare 2019.

Qualora il numero di iscritti risultasse inferiore al numero programmato, i candidati che si troveranno in posizione utile nella seconda graduatoria potranno immatricolarsi non appena abbiano conseguito il titolo di studio richiesto e comunque non oltre il 31 gennaio 2020.

## **Programmazione e organizzazione didattica**

### Organizzazione temporale

Il Corso di Studio Magistrale in Fisica è organizzato in semestri. Le date di inizio e fine di ciascun semestre e i periodi di esami, ovvero il calendario accademico, verranno pubblicizzati sul sito istituzionale del Dipartimento di Fisica ([www.fis.unical.it](http://www.fis.unical.it)).

### Insegnamenti

Gli insegnamenti del Corso di Studio Magistrale in Fisica corrispondono ad argomenti chiaramente descritti nelle schede degli insegnamenti. Gli insegnamenti che gli studenti devono seguire (piano degli studi) sono composti da 6, 9, o 12 CFU e sono elencati nell'**allegato 1 e 2**.

Alcuni insegnamenti del Corso di Studio Magistrale in Fisica, che sono seguiti anche da studenti stranieri, potranno essere erogati in lingua inglese.

### Obblighi di frequenza, verifiche del profitto, esami

La frequenza ai corsi e le attività di laboratorio sono obbligatorie. Possono essere esentati solo studenti con seri e documentati problemi di salute. Di norma, alla fine di ogni corso, tutti gli studenti in regola con l'iscrizione e le relative tasse, ne sostengono l'esame. La valutazione dell'esame è espressa in trentesimi e l'esame è superato se la votazione ottenuta è non inferiore a 18/30. La votazione di 30/30 può essere accompagnata dalla lode. Le modalità di esame sono descritte nella scheda di ciascun insegnamento.

### Piani di studio

All'atto dell'immatricolazione lo studente dovrà indicare a quale curriculum vuole iscriversi. Sulla base della sua scelta verrà ad esso attribuito un piano di studi standard. Il piano di studi

potrà essere modificato dallo studente entro il 31 ottobre di ogni anno accademico, secondo le modalità stabilite dal Regolamento Didattico di Ateneo. Il piano di studi proposto è sottoposto all'approvazione della Commissione Didattica del Corso di Studio Magistrale in Fisica.

Gli studenti devono indicare nel piano di studi uno o più insegnamenti a scelta, per un totale di 12 crediti.

#### Iscrizione a singoli insegnamenti

Come prescritto dall'Art.40 del regolamento Didattico di Ateneo, è possibile iscriversi ad uno o più attività formative erogate dal Corso di Studio Magistrale in Fisica. L'accettazione è subordinata al parere favorevole della Commissione Didattica del Dipartimento di Fisica.

#### Passaggi da altri corsi di laurea

Ferme restando le altre disposizioni in merito, le iscrizioni ad anni successivi al primo di studenti provenienti da altri corsi di studio sono ammesse fino alla copertura dei posti disponibili. Nel caso di domande in sovrannumero, viene stilata una graduatoria utilizzando criteri che tengono conto del numero dei crediti già acquisiti e della media dei voti riportati dai richiedenti.

#### Passaggi di ordinamento

Gli studenti iscritti a corsi di laurea specialistica in Fisica di altri ordinamenti possono presentare richiesta di passaggio all'ordinamento DM 270/04 entro il 10 settembre 2019. La Commissione Didattica del Corso di Studio valuterà gli esami sostenuti e, dopo aver determinato quali e quanti crediti riconoscere, deciderà a quale anno di corso lo studente debba essere iscritto.

## ALLEGATO 1 – Didattica Programmata (Piano di studi coorte 2019/2020)

### Curriculum Astrofisica e Geofisica

Anno	Sem	Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
1	I	Acquisizione e trattamento dati	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	-	2	6
		Informatica avanzata	Altre attività formative		INF/01	4	-	2	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i> Didattica della matematica	Affine o integrativa		MAT/04	5	1	-	6
		Matematica avanzata per la fisica			MAT/07	5	1	-	6
		Meccanica quantistica 2	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	4	2	-	6
		Processi fisici di base in astrofisica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	5	1	-	6
	II	Fisica dei sistemi complessi	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
		Fisica del mezzo circumterrestre e dello spazio interplanetario	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	4	2	-	6
		Fisica nucleare e subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
		Laboratorio di astrofisica e geofisica	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05	3	-	3	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i> Didattica della fisica	Affine o integrativa		FIS/08	5	1	-	6
Legame chimico e strutture			CHIM/02	4	2	-	6		
2	I	Fisica solare e relazioni Sole-Terra	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	4	2	-	6
		Metodi numerici avanzati	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	4	2	-	6
		Insegnamenti a scelta dello studente	Altre attività formative	A scelta dello studente					12
	II	Tesi	Altre attività formative					36	
<b>Totale Crediti</b>									<b>120</b>

\* Nel caso in cui lo studente scegliesse l'insegnamento di Didattica della Matematica dovrà obbligatoriamente inserire nel piano di studi l'insegnamento di Didattica della fisica e 12 CFU a scelta previsti dal percorso FIT ai sensi del D.M. n. 616 del 10 agosto 2017; nel caso in cui lo studente scegliesse l'insegnamento di Didattica della Fisica dovrà obbligatoriamente inserire nel piano di studi l'insegnamento di Didattica della matematica e 12 CFU a scelta previsti dal percorso FIT.

## Curriculum Fisica della Materia

Anno	Sem	Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
1	I	Acquisizione e trattamento dati	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	-	2	6
		Informatica avanzata	Altre attività formative		INF/01	4	-	2	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i> Didattica della matematica	Affine o integrativa		MAT/04	5	1	-	6
		Matematica avanzata per la fisica				MAT/07	5	1	-
		Meccanica quantistica 2	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	4	2	-	6
		Processi fisici di base in astrofisica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	5	1	-	6
	II	Fisica dei sistemi complessi	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i> Fisica delle superfici	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	2	-	6
		Metodi fisici della biomedicina							
		Fisica nucleare e subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i> Laboratorio di biofisica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	3	-	3	6
		Laboratorio di fisica della materia							
		<i>un insegnamento a scelta tra</i> Didattica della fisica	Affine o integrativa		FIS/08	5	1	-	6
		Legame chimico e strutture				CHIM/02	4	2	-
2	I	<i>un insegnamento a scelta tra</i> Biofisica	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	2	-	6
		Fisica dei solidi				5	1	-	6
		Fisica della materia soffice				5	1	-	6
		Spettroscopie lineari e non lineari	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	4	1	1	6
		Insegnamenti a scelta dello studente	Altre attività formative	A scelta dello studente					12
	II	Tesi	Altre attività formative						36
	<b>Totale Crediti</b>								

## Curriculum Fisica Nucleare e Subnucleare

Anno	Sem	Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
1	I	Acquisizione e trattamento dati	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	-	2	6
		Informatica avanzata	Altre attività formative		INF/01	4	-	2	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i>	Affine o integrativa		MAT/04	5	1	-	6
		Didattica della matematica							
		Matematica avanzata per la fisica			MAT/07	5	1	-	6
		Meccanica quantistica 2	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	4	2	-	6
	Processi fisici di base in astrofisica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	5	1	-	6	
	II	Fisica dei sistemi complessi	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
		Fisica nucleare e subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
		Laboratorio di fisica nucleare e subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	2	-	4	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i>	Affine o integrativa		FIS/08	5	1	-	6
		Didattica della fisica							
Legame chimico e strutture				CHIM/02	4	2	-	6	
Teoria dei campi parte A	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	5	1	-	6		
2	I	Fisica superiore parte A	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
		Teoria dei campi parte B	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	5	1	-	6
		Insegnamento a scelta dello studente	Altre attività formative	A scelta dello studente					12
	II	Tesi	Altre attività formative						36
<b>Totale Crediti</b>									<b>120</b>



## Curriculum Fisica dell'Atmosfera, Meteorologia e Climatologia

Anno	Sem	Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
1	I	Acquisizione e trattamento dati	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	-	2	6
		Informatica avanzata	Altre attività formative		INF/01	4	-	2	6
		<i>un insegnamento a scelta tra</i> Didattica della matematica	Affine o integrativa		MAT/04	5	1	-	6
		Matematica avanzata per la fisica		MAT/07	5	1	-	6	
		Meccanica quantistica 2	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	4	2	-	6
		Meteorologia spaziale	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	4	2	-	6
		Processi fisici di base in astrofisica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	5	1	-	6
	II	Comportamento caotico dei fluidi geofisici	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
		Fisica nucleare e subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
		Laboratorio di meteorologia	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	2	-	4	6
<i>un insegnamento a scelta tra</i> Didattica della fisica		Affine o integrativa		FIS/08	5	1	-	6	
Legame chimico e strutture	CHIM/02		4	2	-	6			
2	I	Dinamica dell'atmosfera	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
		Meteorologia sinottica e della mesoscala	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
		Insegnamento a scelta dello studente	Altre attività formative	A scelta dello studente					12
	II	Tesi	Altre attività formative					36	
<b>Totale Crediti</b>									<b>120</b>

## ALLEGATO 2 – Didattica Erogata

### Insegnamenti attivati coorte 2019/2020 (1° anno)

Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
Acquisizione e trattamento dati	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	-	2	6
Comportamento caotico dei fluidi geofisici	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
Didattica della fisica	Affine o integrativo		FIS/08	5	1	-	6
Didattica della matematica	Affine o integrativo		MAT/04	5	1	-	6
Fisica dei sistemi complessi	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
Fisica del mezzo circumterrestre e dello spazio interplanetario	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	4	2	-	6
Fisica delle superfici	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	2	-	6
Fisica nucleare e subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
Informatica avanzata	Altre attività formative		INF/01	4	-	2	6
Laboratorio di astrofisica e geofisica	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05	3	-	3	6
Laboratorio di biofisica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	3	-	3	6
Laboratorio di fisica della materia	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	3	-	3	6
Laboratorio di fisica nucleare e subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	2	-	4	6
Laboratorio di meteorologia	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	2	-	4	6
Legame chimico e strutture	Affine o integrativa		CHIM/02	4	2	-	6
Matematica avanzata per la fisica	Affine o integrativa		MAT/07	5	1	-	6
Meccanica quantistica 2	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	4	2	-	6
Meteorologia spaziale	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	4	2	-	6
Metodi fisici della biomedicina	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	2	-	6
Processi fisici di base in astrofisica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	5	1	-	6
Teoria dei campi parte A	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	5	1	-	6

### Insegnamenti attivati coorte 2018/2019 (2° anno)

Insegnamento	Attività formativa	Ambito	SSD	CFU lez.	CFU eserc.	CFU lab.	CFU
Astrofisica delle alte energie	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05	4	2	-	6
Biofisica	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	2	-	6
Biofisica computazionale	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	2	-	6
Cristalli liquidi	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	4	-	2	6
Dinamica dell'atmosfera	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
Fisica dei plasmi	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	5	1	-	6
Fisica dei solidi	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	5	1	-	6
Fisica della materia soffice	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	5	1	-	6
Fisica solare e relazioni Sole-Terra	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	4	2	-	6
Fisica superiore parte A	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
Fisica superiore parte B	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
Laboratorio di fisica nucleare e subnucleare avanzato	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	3	-	3	6
Meteorologia sinottica e della mesoscala	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/06	5	1	-	6
Metodi numerici avanzati	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	4	2	-	6
Spettroscopia elettronica	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	4	1	1	6
Spettroscopie lineari e non lineari	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	4	1	1	6
Tecniche spettroscopiche	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	4	1	1	6
Teoria dei campi parte B	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	5	1	-	6

# Corso di Studio Magistrale in Fisica

## Declaratorie degli insegnamenti

Attività formativa	<b>ACQUISIZIONE E TRATTAMENTO DATI</b>
SSD	<b>FIS/07</b>
CFU	<b>6</b>
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <b>Acquisizione e Trattamento Dati</b> intende descrivere tecniche avanzate di acquisizione e trattamento dei dati sperimentali, con particolare attenzione all'acquisizione in tempo reale e alla rappresentazione dei dati negli strumenti digitali. Si raffronta la rappresentazione sull'asse temporale con la rappresentazione di Fourier e s'introducono tutti gli elementi per l'analisi della trasformata discreta di Fourier, che viene analizzata in dettaglio sia dal punto di vista teorico che operativo.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: controllo del rumore, campionamento di un segnale, filtraggio, segnale nello spazio di Fourier</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: saper programmare e utilizzare sistemi di acquisizione in processi di interesse fisico.</p> <p>Autonomia di giudizio: valutazione autonoma dei metodi sperimentali da utilizzare</p> <p>Abilità comunicative: saper rappresentare e discutere i dati ottenuti dall'analisi di segnali dovuti a processi fisici.</p> <p>Capacità di apprendimento: acquisizione e filtraggio dei dati</p>
Propedeuticità	Nessuna

Attività formativa	<b>ASTROFISICA DELLE ALTE ENERGIE</b>
SSD	<b>FIS/05</b>
CFU	<b>6</b>
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <b>Astrofisica delle alte energie</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti teorici e osservativi dei fenomeni di emissione nei raggi X e gamma e dei raggi cosmici. Al termine del corso lo studente sarà in grado di interpretare le osservazioni e padroneggiare la descrizione quantitativa delle strutture osservate sulla base delle teorie fisiche quali elettromagnetismo, la fisica del plasma e la relatività generale.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principali strutture osservative e fenomeni fisici delle osservazioni nei raggi X e gamma e dei raggi cosmici. Comprensione dei modelli di accelerazione.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: calcolo dei flussi di energia e dei principali fenomeni fisici della astrofisica delle alte energie.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione delle principali fenomeni, sia di equilibrio che transienti, nell'astrofisica delle</p>

	<p>alte energie, e consapevolezza dell'interesse delle metodologie della relatività generale e della fisica del plasma nell'ambito della modellizzazione delle strutture cosmiche.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i principali fenomeni delle emissioni di raggi X e gamma e della accelerazione di particelle nelle galassie e negli ammassi usando un linguaggio appropriato.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere i meccanismi fisici che danno origine ai fenomeni più energetici dell'universo.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>BIOFISICA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/07</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Biofisica</b> si propone di fornire allo studente una descrizione dettagliata delle proprietà fisiche della materia biologica, con particolare riferimento alle membrane cellulari. Il corso fornisce, inoltre, una descrizione dettagliata delle tecniche di preparazione e caratterizzazione di aggregati fosfolipidici come modello di membrane cellulari. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di descrivere dal punto di vista fisico le proprietà delle membrane cellulari, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle tecniche di indagine dei sistemi modello di membrane cellulari.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i) i meccanismi fisici alla base del funzionamento delle membrane cellulari e ii) del funzionamento delle tecniche di spettroscopia ottica e di risonanza magnetica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per la comprensione dei meccanismi di funzionamento di sistemi biologici complessi e per la scelta delle metodologie sperimentali adeguate alla caratterizzazione delle loro proprietà fisiche.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione dei principali aspetti che consentono la descrizione della dinamica di un sistema biologico complesso.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende al funzionamento di sistemi biologici complessi.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare fenomeni biologici complessi dal punto di vista fisico.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>BIOFISICA COMPUTAZIONALE</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/07</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Biofisica Computazionale</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze di base per la modellizzazione di sistemi biologici tramite l'utilizzo di metodi di simulazione numerica. Lo</p>

	<p>studente verrà introdotto alle tecniche di modellizzazione e simulazione di dinamica molecolare. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di comprendere i concetti di meccanica statistica ed i meccanismi fisici che consentono di descrivere le interazioni tra macromolecole biologiche quali le proteine e ii) di descrivere le metodologie di analisi numerica usate nello specifico campo di ricerca.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>          Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di modellizzare problemi complessi nel campo della biofisica utilizzando le metodologie fisico-statistiche e computazionali opportune.          Capacità di applicare conoscenza e comprensione:          Autonomia di giudizio: Lo studente imparerà a riconoscere pregi e limitazioni delle simulazioni al calcolatore e a valutare le circostanze in cui una tecnica numerica può essere d'aiuto per la determinazione di un modello fisico interpretativo.          Abilità comunicative: capacità di descrivere le interazioni tra macromolecole biologiche e le più comuni tecniche di modellizzazione e simulazione.          Capacità di apprendimento: capacità di modellizzare e simulare interazioni tra macromolecole biologiche partendo da concetti fisici e statistici sulle interazioni.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>COMPORAMENTO CAOTICO DEI FLUIDI GEOFISICI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Comportamento Caotico dei Fluidi Geofisici</b> si propone di descrivere i concetti di complessità e caos, che giocano ormai un ruolo importante nella geofisica. Vengono descritti fenomeni non lineari in vari contesti della geofisica, e se ne discutono i modelli interpretativi. Il corso comprende tre esperienze di laboratorio riguardanti la transizione al caos in sistemi meccanici, fluido-dinamici ed elettrici.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>          Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione dei concetti alla base della descrizione teorica della Fisica della complessità e acquisizione dei modelli fisici che permettono l'interpretazione di fenomeni caotici in sistemi complessi di natura geofisica.          Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i modelli fondamentali della fisica non-lineare all'interpretazione di fenomeni complessi e/o caotici; capacità di risolvere semplici problemi riguardanti i sistemi non-integrabili.          Autonomia di giudizio: capacità di valutazione delle conseguenze del comportamento non-lineare di semplici sistemi fisici.          Abilità comunicative: capacità di descrivere gli aspetti qualitativi salienti e gli aspetti quantitativi della fenomenologia e della modellizzazione teorica di base dei sistemi complessi, non-lineari e caotici.</p>

	Capacità di apprendimento: concetti di complessità, non-predicibilità e caos.
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>CRISTALLI LIQUIDI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Cristalli Liquidi</b> si propone di fornire allo studente una descrizione rigorosa delle proprietà fisiche dei cristalli liquidi e delle tecniche sperimentali usate per la loro caratterizzazione. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere le caratteristiche fisiche dei cristalli liquidi e di come cambiano in base a sollecitazioni esterne (meccaniche, elettriche, magnetiche, ecc.).</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i) le differenze tra le varie tipologie di cristallo liquido e le loro mesofasi, ii) i meccanismi fisici alla base dell'interazione tra i cristalli liquidi e le sollecitazioni esterne (luce, campi elettrici, magnetici, ecc.), iii) le tecniche più comunemente impiegate per investigare i cristalli liquidi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per la comprensione dei meccanismi di funzionamento dei dispositivi a cristallo liquido.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione dei principali meccanismi che consentono la descrizione delle proprietà fisiche dei cristalli liquidi e dei dispositivi che li utilizzano.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere le proprietà fisiche dei cristalli liquidi e delle più comuni tecniche di investigazione nel campo.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere le proprietà dei dispositivi a cristallo liquido in base alle proprietà fisiche che li contraddistinguono.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>DIDATTICA DELLA FISICA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/08</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Didattica della Fisica</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei principali strumenti didattici e pedagogici per l'insegnamento della fisica. Particolare attenzione sarà data alla preparazione di esperienze di laboratorio.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principali obiettivi dell'insegnamento della fisica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di preparare lezioni di fisica per le scuole superiori e di eseguire esperienze di laboratorio.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione delle</p>

	<p>metodologie didattiche più appropriate a una data classe di studenti.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere il contenuto delle lezioni usando un linguaggio appropriato.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di consultare testi sia storici che recenti sull'insegnamento della fisica, e di comprendere i meccanismi di formazione dell'interesse degli studenti.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>DIDATTICA DELLA MATEMATICA</b>
<b>SSD</b>	<b>MAT/04</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Conoscenza di alcuni aspetti dei fondamenti della geometria (geometria euclidea e non euclidea).</p> <p>Conoscenza dei principali quadri teorici di ricerca in didattica della matematica e delle problematiche dell'insegnamento e dell'apprendimento.</p> <p>Analizzare situazioni problematiche alla luce delle teorie della ricerca didattica, progettando attività e percorsi didattici per la scuola anche con l'uso di tecnologie.</p> <p>Comprendere testi di fondamenti della geometria e di didattica della matematica.</p> <p>Relazionare in merito a problematiche della didattica e progettare attività didattiche.</p> <p>Inquadrare da un punto di vista storico i riferimenti epistemologici degli argomenti di matematica utili per l'insegnamento-apprendimento.</p> <p>Affrontare problematiche nuove, riconoscendone gli aspetti essenziali.</p> <p>Progettare studi sperimentali e analizzarne i risultati.</p> <p>Lavorare in gruppo e fare attività di problem solving.</p> <p>Utilizzo della letteratura specifica per approfondire nuovi problemi in modo autonomo (anche in lingua inglese).</p> <p>Per ciò che concerne le abilità comunicative:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- argomentare matematicamente e trarre conclusioni con chiarezza e accuratezza, con formulazioni consone al pubblico cui si rivolgono, sia in forma scritta che orale;</li> <li>- comunicare in forma scritta e orale le attività didattiche per un pubblico di studenti di scuola secondaria di I e II grado.</li> </ul> <p>Per ciò che concerne le capacità di apprendimento:</p> <p>Sviluppare una mentalità flessibile finalizzata all'inserimento nel mondo del lavoro che richiede adeguamento a nuove problematiche e acquisizione rapide di nuove conoscenze specifiche.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>DINAMICA DELL'ATMOSFERA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Dinamica dell'atmosfera</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze di base per la comprensione degli effetti più importanti che si verificano nell'atmosfera e negli oceani, partendo</p>



	<p>dai concetti di base legati alle instabilità fluide fino ad arrivare alla dinamica di fluidi turbolenti in presenza di rotazione e stratificazione. Al termine del corso, lo studente sarà in grado di comprendere i fenomeni che caratterizzano la dinamica della turbolenza atmosferica.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: è richiesta la conoscenza dei principi di base della meccanica dei fluidi e della turbolenza omogenea e isotropa.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: è richiesto allo studente di saper applicare i principi di base della meccanica dei fluidi e dell'analisi matematica, per poter studiare efficacemente le instabilità nei fluidi e la transizione alla turbolenza.</p> <p>Autonomia di giudizio: è richiesto allo studente di essere in grado di valutare l'importanza relativa dei vari parametri che caratterizzano la dinamica dei fluidi in presenza di rotazione e stratificazione in condizioni tipiche dell'atmosfera terrestre e degli oceani.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere, attraverso un linguaggio fisico-matematico appropriato la fenomenologia che corrisponde ai processi fisici oggetto di studio.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere la fenomenologia dei processi fisici rilevanti per lo studio della turbolenza nell'atmosfera e negli oceani.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA DEI PLASMI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica dei Plasmi</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze avanzate della teoria cinetica dei plasmi e della capacità di risolvere in maniera quantitativa problemi in cui intervenga il formalismo della equazione di Boltzmann e di Vlasov. Al termine del corso lo studente sarà in grado di determinare le proprietà delle onde e della instabilità nel regime cinetico dei plasmi.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi di base e metodologia della teoria cinetica dei plasmi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base della teoria cinetica dei plasmi per ottenere una soluzione in forma analitica di problemi selezionati.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sulla funzione di distribuzione dei plasmi nello spazio delle fasi.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla dinamica di un plasma anche al di fuori dell'equilibrio termodinamico.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere l'importanza di selezionare la descrizione più appropriata per i plasmi astrofisici e di</p>

	laboratorio.
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica dei Sistemi Complessi</b> si propone di descrivere i concetti di complessità e caos, che giocano ormai un ruolo importante nella fisica. Vengono descritti fenomeni non lineari in vari contesti della fisica, e se ne discutono i modelli interpretativi. Il corso comprende tre esperienze di laboratorio riguardanti la transizione al caos in sistemi meccanici, fluido-dinamici ed elettrici.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione dei concetti alla base della descrizione teorica della Fisica della complessità e acquisizione dei modelli fisici che permettono l'interpretazione di fenomeni caotici in sistemi complessi di varia natura.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i modelli fondamentali della fisica non-lineare all'interpretazione di fenomeni complessi e/o caotici; capacità di risolvere semplici problemi riguardanti i sistemi non-integrabili.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di valutazione delle conseguenze del comportamento non-lineare di semplici sistemi fisici.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere gli aspetti qualitativi salienti e gli aspetti quantitativi della fenomenologia e della modellizzazione teorica di base dei sistemi complessi, non-lineari e caotici.</p> <p>Capacità di apprendimento: concetti di complessità, non-predicibilità e caos.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA DEI SOLIDI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/07</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica dei Solidi</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze teoriche e sperimentali sulle proprietà di trasporto elettroniche in metalli e semiconduttori, presentando alcuni esempi di applicazione. Il corso fornisce anche una accurata descrizione delle proprietà magnetiche dei solidi con particolare riferimento alla superconduttività e alle applicazioni tecnologiche. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di descrivere da un punto di vista teorico i modelli di trasporto di elettroni in metalli e semiconduttori, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle proprietà magnetiche dei solidi.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i meccanismi di trasporto in metalli e semiconduttori ed i principi fisici</p>

	<p>alla base delle proprietà magnetiche dei solidi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di comprendere le proprietà di metalli e semiconduttori utilizzando tecniche di spettroscopia elettronica e di fotoemissione.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione dei principali meccanismi che consentono la descrizione delle proprietà fisiche di metalli e semiconduttori.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i principi fisici alla base delle proprietà di trasporto elettroniche in metalli e semiconduttori e le proprietà magnetiche dei materiali anche in riferimento alle applicazioni tecnologiche.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare la fenomenologia legata all'utilizzo dei materiali metallici e semiconduttori ed alle loro proprietà magnetiche in termini di nozioni avanzate di meccanica quantistica.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA DEL MEZZO CIRCUMTERRESTRE E DELLO SPAZIO INTERPLANETARIO</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'insegnamento di <b>Fisica del Mezzo Circumterrestre e dello Spazio Interplanetario</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base del modello particellare e fluido dei plasmi attorno alla Terra, e della capacità di risolvere in maniera quantitativa problemi in cui intervenga il formalismo della teoria fluida dei plasmi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di ottenere una classificazione generale per le onde che si propagano in un plasma ionosferico o spaziale.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi di base e metodologia della teoria fluida dei plasmi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base della descrizione fluida dei plasmi per ottenere una soluzione in forma analitica della propagazione delle onde.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sulla propagazione delle onde in un plasma magnetizzato.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla propagazione delle onde nella ionosfera e nella magnetosfera terrestri.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere l'importanza di individuare il corretto modo ondoso di propagazione.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA DELLA MATERIA SOFFICE</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/07</b>

<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica della Materia Soffice</b> si propone di fornire allo studente una descrizione rigorosa delle proprietà fisiche della materia soffice, con particolare riferimento alle interazioni intermolecolari. Durante il corso vengono evidenziati alcuni esempi di materia soffice. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere le caratteristiche dei materiali soffici e le interazioni che li governano e comprenderà i modelli che ne descrivono il comportamento.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i) i meccanismi fisici alla base dell'interazione debole tra molecole in materiali soffici, ii) i meccanismi alla base delle interazioni tra corpi mesoscopici, iii) i meccanismi che regolano i fenomeni di bagnabilità delle superfici e iv) le proprietà fisiche di alcuni materiali soffici come polimeri, colloidali, gel e surfattanti.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per la comprensione dei meccanismi di funzionamento della materia soffice e per la scelta delle metodologie sperimentali adeguate alla caratterizzazione delle sue proprietà fisiche.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione dei principali meccanismi che consentono la descrizione delle proprietà fisiche della materia soffice.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere le forze di interazione tra corpi microscopici, i fenomeni di bagnabilità delle superfici e le proprietà fisiche di alcuni materiali soffici.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare le proprietà di materiali soffici complessi in termini delle interazioni intermolecolari che li governano.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA DELLE SUPERFICI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/07</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica delle Superfici</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze teoriche e sperimentali sulle proprietà elettroniche dei materiali e di descrivere gli effetti che ha su tali proprietà una riduzione della loro dimensionalità. Il corso fornisce anche una accurata descrizione delle tecniche sperimentali per lo studio della struttura elettronica delle superfici e per la preparazione e caratterizzazione di superfici nanostrutturate. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di descrivere da un punto di vista teorico la struttura elettronica in sistemi mono, bi e tridimensionali, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle tecniche di investigazione della struttura elettronica di materiali cristallini e di materiali nanostrutturati.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p>

	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere gli effetti della riduzione di dimensione sulle proprietà elettroniche dei sistemi cristallini e di descrivere le proprietà elettroniche di sistemi nanostrutturati;</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di comprendere i risultati sperimentali ottenuti utilizzando tecniche di spettroscopia elettronica e di fotoemissione.</p> <p>Autonomia di giudizio: lo studente imparerà ad interpretare in maniera critica i risultati sperimentali delle tecniche spettroscopiche e ad utilizzarli per estrapolare informazioni sulle proprietà elettroniche di sistemi tri-, bi- ed uni-dimensionali e di sistemi nanostrutturati.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i principi fisici alla base delle proprietà elettroniche di sistemi di diversa dimensionalità e nanostrutturati e delle principali tecniche di indagine spettroscopica.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare l'effetto che ha sugli stati elettronici di un sistema la riduzione della dimensionalità e/o la presenza di nanostrutture a partire dalle nozioni acquisite su sistemi tridimensionali.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/01</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica Nucleare e Subnucleare</b> si propone di fornire una descrizione dettagliata delle basi del modello standard della fisica delle particelle elementari, discutendo le interazioni elettrodebole e forte e fornendo gli strumenti per valutare le sezioni d'urto di semplici processi di interazione.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione dei concetti alla base del modello standard: campi relativistici, elettrodinamica quantistica, interazione debole, interazione forte.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare i diagrammi di Feynman per discutere semplici processi di interazione nell'ambito della teoria elettrodebole e della cromodinamica quantistica.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di valutazione autonoma dell'utilità pratica e concettuale dei diagrammi di Feynman.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i risultati di alcuni processi di diffusione tra particelle elementari.</p> <p>Capacità di apprendimento: l'unificazione elettrodebole; il modello standard; la QCD.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA SOLARE E RELAZIONI SOLE-TERRA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	L'insegnamento di <b>Fisica Solare e Relazioni Sole-Terra</b> si propone di

	<p>fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base dell'attività solare e della sua influenza sull'ambiente terrestre, e della capacità di individuare i fenomeni più pericolosi per le attività umane ad alta tecnologia. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare metodologie per la messa in sicurezza dei satelliti artificiali.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>          Conoscenza e capacità di comprensione: principi di base e fenomenologia dell'attività solare.          Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base della fisica solare per ottenere una descrizione quantitativa dei fenomeni osservati.          Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali dell'attività solare.          Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia dell'attività solare e la sua influenza sull'ambiente terrestre.          Capacità di apprendimento: capacità di comprendere l'importanza dei vari fattori che determinano le relazioni Sole-Terra.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA SUPERIORE PARTE A</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/01</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica Superiore (Parte A)</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze relative alle teorie di gauge non abeliane in generale e del Modello standard elettrodebole in particolare. La fenomenologia delle interazioni elettrodeboli è introdotta attraverso una descrizione quantitativa dei principali risultati ai collisionatori SPS, LEP ed LHC. Il corso fornisce inoltre un'accurata descrizione delle principali simmetrie discrete e della loro applicazione in fisica delle particelle elementari. Al termine del corso lo studente sarà in grado affrontare, da un punto di vista fenomenologico, l'analisi e la soluzione di problemi relativi ai processi elettrodeboli e di applicare i principi di simmetria nella descrizione dei processi subnucleari.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>          Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza dei principali elementi e risultati della teoria elettrodebole.          Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i risultati della teorie di gauge non abeliane nella descrizione fenomenologica dei processi elettrodeboli.          Autonomia di giudizio: sviluppo della capacità di identificare gli aspetti fisici caratterizzanti un processo d'interazione elettrodebole.          Abilità comunicative: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.          Capacità di apprendimento: comprensione degli elementi fondamentali del meccanismo di Higgs e della violazione delle simmetrie C,P,T nello sviluppo del Modello Standard elettrodebole.</p>

<b>Propedeuticità</b>	Nessuna
-----------------------	---------

<b>Attività formativa</b>	<b>FISICA SUPERIORE PARTE B</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/01</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Fisica Superiore (Parte B)</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze sul modello a quark per la classificazione degli adroni e della Cromodinamica Quantistica. La fenomenologia delle interazioni forti è introdotta attraverso una descrizione quantitativa dei principali risultati ai collisionatori SPS, Tevatron ed LHC. Il corso fornisce inoltre una descrizione dei principali risultati relativi ai processi di diffusione profondamente anelastica con particolare riferimento alla struttura del protone. Al termine del corso lo studente sarà in grado affrontare, da un punto di vista fenomenologico, l'analisi e la soluzione di problemi relativi alle principali caratteristiche dei processi di interazione forte.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza dei principali elementi e risultati della Cromodinamica Quantistica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i risultati della teorie di gauge non abeliane nella descrizione fenomenologica dei processi forti.</p> <p>Autonomia di giudizio: sviluppo della capacità di identificare gli aspetti fisici caratterizzanti un processo d'interazione forte.</p> <p>Abilità comunicative: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprensione degli elementi fondamentali alla base dello sviluppo della Cromodinamica Quantistica, in relazione in particolare alle proprietà di Confinamento e libertà asintotica.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>INFORMATICA AVANZATA</b>
<b>SSD</b>	<b>INF/01</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Informatica Avanzata</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti teorici e metodologici relativi all'informatica, all'aritmetica degli elaboratori e al calcolo proposizionale, con particolare riguardo agli aspetti computazionali avanzati e al calcolo parallelo. Al termine del corso lo studente sarà in grado di padroneggiare gli aspetti dell'informatica necessari per affrontare lo studio della fisica computazionale.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: conoscenza di strutture di dati e algoritmi di gestione notevoli, comprensione dei principi di base del calcolo parallelo.</p>

	<p>Autonomia di giudizio: scrittura di un programma computazionale per un sistema complesso.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di comprendere e descrivere i principi di base del calcolo parallelo.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere della programmazione complessa ed essere in grado di applicarli autonomamente.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>LABORATORIO DI ASTROFISICA E GEOFISICA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/05</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Laboratorio di Astrofisica e Geofisica</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base della raccolta ed elaborazione dei dati astronomici e geofisici, sia da terra che dallo spazio, e la capacità di estrarre i parametri fisici da detti dati. Al termine del corso lo studente sarà in grado di elaborare e valutare criticamente il significato dei dati raccolti.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi di base e metodologia delle osservazioni e misure in astrofisica e geofisica</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base del laboratorio di astrofisica e geofisica per estrarre i parametri fisici dalle misure.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali dai dati astrofisici e geofisici, sia da terra che dallo spazio.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che corrisponde alle osservazioni utilizzate.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere l'importanza di selezionare la migliore strumentazione per osservare un dato fenomeno astrofisico o geofisico.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>LABORATORIO DI BIOFISICA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Laboratorio di Biofisica</b> si propone di fornire allo studente una descrizione dei principi fisici alla base delle tecniche di indagine più comunemente usate per la caratterizzazione di sistemi biologici. Il corso prevede, inoltre, di fornire una descrizione del funzionamento della strumentazione avanzata. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere in maniera quantitativa i meccanismi alla base del funzionamento della risonanza di spin elettronico (ESR) e della spettroscopia UV-Vis e di fluorescenza con particolare riferimento allo studio di sistemi biologici quali proteine e dispersioni lipidiche.</p>



	<p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità i) di comprendere i principi di funzionamento di alcune delle tecniche di indagine della materia biologica e ii) di eseguire esperimenti di risonanza di spin elettronico e di spettroscopia UV-Vis e fluorescenza.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare i risultati dell'indagine sperimentale per la comprensione dei meccanismi di funzionamento di sistemi biologici.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione della migliore tecnica di indagine sperimentale per lo studio di sistemi biologici quali le proteine e gli aggregati lipidici.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere le tecniche sperimentali più utilizzate per lo studio delle proprietà fisiche della materia biologica.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare i risultati sperimentali alla luce delle nozioni acquisite sull'interazione tra la materia biologica e la radiazione luminosa e tra la materia biologica ed un campo magnetico.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>LABORATORIO DI FISICA DELLA MATERIA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Laboratorio di Fisica della Materia</b> si propone di fornire allo studente le nozioni su un buon numero di tecniche sperimentali per la preparazione e lo studio dei materiali. Il corso prevede attività di laboratorio in cui gli studenti potranno misurare le proprietà strutturali, composizionali ed ottiche dei materiali.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i meccanismi fisici alla base della principali tecniche sperimentali atte a preparare e caratterizzare materiali innovativi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per utilizzare strumentazione avanzata per la preparazione e caratterizzazione di materiali.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di autonoma identificazione delle tecniche di preparazione e di misura più adeguate per l'investigazione delle proprietà fisiche dei materiali.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere le tecniche avanzate utilizzate nell'ambito della fisica della materia. Capacità di apprendimento: capacità di interpretare i risultati sperimentali alla luce delle nozioni acquisite di elettromagnetismo ed ottica avanzate.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/01</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	L'unità formativa di <b>Fisica Nucleare e Subnucleare</b> si propone di

	<p>fornire allo studente le nozioni principali relative alla teoria dell'interazione radiazione-materia e di descrivere le diverse tecnologie impiegate nella costruzione di rivelatori per la Fisica nucleare e subnucleare. Il corso fornisce inoltre una descrizione dei principali metodi utilizzati per l'analisi dei dati e prevede la progettazione e realizzazione di un esperimento di Fisica subnucleare (misura della vita media del muone). Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare ed eseguire un semplice esperimento di Fisica nucleare e subnucleare attraverso: progettazione dell'esperimento, scelta della tecnica di rivelazione, implementazione del sistema di acquisizione dati ed analisi dei dati.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza dei principali risultati della teoria dell'interazione radiazione-materia e delle loro applicazioni nello sviluppo di rivelatori per la Fisica nucleare e subnucleare.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di progettare e realizzare un esperimento di fisica nucleare o subnucleare di media complessità.</p> <p>Autonomia di giudizio: sviluppo della capacità di selezionare la migliore tecnica di rivelazione di particelle in un generico esperimento di Fisica nucleare e subnucleare.</p> <p>Abilità comunicative: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p>Capacità di apprendimento: sviluppo della comprensione della stretta relazione esistente tra la teoria dell'interazione radiazione-materia e la teoria dei rivelatori per la Fisica delle particelle elementari.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE AVANZATO</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/01</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare Avanzato</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze relative ai metodi statistici avanzati utilizzati nella Fisica delle particelle elementari, alle principali caratteristiche e funzionalità del programma di simulazione Geant4 ed alle caratteristiche ed impieghi dei rivelatori a semiconduttore. Al termine del corso lo studente sarà in grado di realizzare simulazioni Monte Carlo del comportamento di rivelatori di media complessità utilizzati nella Fisica nucleare e subnucleare, con particolare riferimento ai rivelatori a semiconduttore.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità i) di comprendere i principali metodi statistici utilizzati nell'analisi dei dati prodotti in un tipico esperimento di Fisica delle Alte Energie ii) di eseguire simulazioni</p>

	<p>dettagliate di rivelatori nell'ambito del programma Geant4 iii) di comprendere i processi fisici alla base del funzionamento dei rivelatori a semiconduttore.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare le tecniche di simulazione numerica ed i risultati dell'interazione radiazione-materia nella realizzazione di simulazioni, in Geant4, al fine di comprendere la risposta di rivelatori.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di scegliere le migliori soluzioni progettuali relative allo sviluppo di una simulazione di un tipico rivelatore utilizzato in Fisica nucleare e subnucleare.</p> <p>Abilità comunicative: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p>Capacità di apprendimento: sviluppo della comprensione della stretta relazione esistente tra le tecniche di simulazioni disponibili in Geant4 e la risposta attesa in un rivelatore per la Fisica nucleare e subnucleare.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>LABORATORIO DI METEOROLOGIA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Laboratorio di Meteorologia</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base della raccolta ed elaborazione dei dati geofisici e meteorologici, sia da terra che dallo spazio, e la capacità di estrarre i parametri fisici da detti dati. Al termine del corso lo studente sarà in grado di elaborare e valutare criticamente il significato dei dati raccolti.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi di base e metodologia delle osservazioni e misure in geofisica e meteorologia.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base del laboratorio di meteorologia per estrarre i parametri fisici dalle misure.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali dai dati geofisici, sia da terra che dallo spazio.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che corrisponde alle osservazioni utilizzate.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere l'importanza di selezionare la migliore strumentazione per osservare un dato fenomeno di meteorologia o geofisico.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>LEGAME CHIMICO E STRUTTURE</b>
<b>SSD</b>	<b>CHIM/02</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	L'unità formativa di <b>Legame Chimico e Strutture</b> si propone di

	<p>discutere i modelli comunemente utilizzati per descrivere gli stati di aggregazione della materia sulla base della teoria dei legami chimici, in composti molecolari e nei solidi.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>          Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione del concetto di legame chimico sulla base della descrizione quantistica degli elettroni.          Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i modelli ad orbitali atomici e molecolari alla descrizione di semplici molecole e composti.          Autonomia di giudizio: capacità di valutazione autonoma dell'utilità dei diversi modelli di legame chimico.          Abilità comunicative: capacità di descrivere gli aspetti salienti della struttura molecolare e della teoria dei legami chimici.          Capacità di apprendimento: legame covalente, ionico, a ponte idrogeno; legami metallici.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>MATEMATICA AVANZATA PER LA FISICA</b>
<b>SSD</b>	<b>MAT/07</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Matematica avanzata per la fisica</b> si propone di introdurre la teoria dei gruppi, con particolare riguardo ai gruppi di Lie, applicandola a situazioni di interesse della fisica. L'insegnamento si propone inoltre di studiare alcune equazioni differenziali alle derivate parziali tipiche della fisica matematica.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>          Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione dei concetti di gruppo, gruppo di Lie, algebra Lie e loro rappresentazioni. Rilevanza della teoria delle rappresentazioni in fisica. Metodi di risoluzione di alcune equazioni differenziali alle derivate parziali.          Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare la teoria dei gruppi di Lie e delle algebre di Lie a varie situazioni di interesse fisico; capacità di usare il metodo di Green per la soluzione di equazioni differenziali alle derivate parziali.          Autonomia di giudizio: valutazione dell'utilità del concetto di gruppo in fisica, nonché dell'utilizzo di equazioni alle derivate parziali per descrivere processi di evoluzione spazio-temporali.          Abilità comunicative: capacità di descrivere gli aspetti salienti della teoria dei gruppi di Lorentz e Poincarè.          Capacità di apprendimento: concetti di gruppo continuo e simmetrie nella fisica matematica. Funzione di Green.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>MECCANICA QUANTISTICA 2</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/02</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>

<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Meccanica Quantistica 2</b> si propone di approfondire i concetti e i metodi della fisica quantistica, già introdotti nel corso di studi triennale, introducendo, inoltre, le equazioni d'onda relativistiche, la quantizzazione del campo elettromagnetico e del campo di materia in regime non-relativistico.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione della regola d'oro di Fermi, della descrizione relativistica della meccanica quantistica, della seconda quantizzazione.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i modelli fondamentali della fisica quantistica alla descrizione dei processi radiativi e, più in generale, dei processi di transizione, trattati al primo ordine nella teoria delle perturbazioni.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di valutazione della necessità di quantizzare il campo elettromagnetico ed il campo di materia.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere gli aspetti salienti del concetto di eccitazione elementare di un campo quantistico, con particolare riferimenti al fotone e, più in generale, a bosoni e fermioni.</p> <p>Capacità di apprendimento: concetto di campo quantizzato, teoria di Dirac dell'elettrone.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>METEOROLOGIA SINOTTICA E DELLA MESOSCALA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'insegnamento di <b>Meteorologia Sinottica e della Mesoscala</b> riguarda lo studio e l'analisi delle informazioni che si ottengono per identificare i sistemi meteorologici alle scale sinottiche e alla mesoscala, a tutte le latitudini, studiare la loro struttura e prevederne, anche in modo qualitativo, l'evoluzione futura. Lo studio riguarda l'analisi e la predicibilità di tali sistemi dalla mesoscala fino a scale planetarie, comprese le tecniche di base utilizzate.</p> <p>Programma:</p> <p>Sistemi meteorologici alle medie latitudini e polari</p> <p>Sistemi meteorologici tropicali</p> <p>Sistemi meteorologici alla mesoscala</p> <p>Osservazioni, analisi e diagnosi meteorologiche</p> <p>Previsioni meteorologiche</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>METEOROLOGIA SPAZIALE</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/06</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'insegnamento di <b>Meteorologia Spaziale</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base dell'attività solare e della sua influenza sull'ambiente terrestre, e della capacità di individuare i fenomeni più pericolosi per le attività umane ad alta</p>

	<p>tecnologia. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare metodologie per la messa in sicurezza dei satelliti artificiali.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi di base e fenomenologia dell'attività solare.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base della fisica solare per ottenere una descrizione quantitativa dei fenomeni osservati.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali dell'attività solare.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia dell'attività solare e la sua influenza sull'ambiente terrestre e sulle problematiche di Space Weather necessarie per lo sviluppo tecnologico.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di comprendere l'importanza dei vari fattori che determinano le relazioni Sole-Terra.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>METODI FISICI DELLA BIOMEDICINA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/07</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Metodi Fisici della Biomedicina</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze di base per interpretare gli effetti sulla materia delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti. Lo studente verrà introdotto alle tecniche sperimentali di dosimetria EPR, risonanza magnetica per immagini e tecniche ecografiche e termoanalitiche.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i principi fisici alla base delle metodologie biomediche avanzate.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di utilizzare i principi fisici alla base delle metodologie e delle strumentazioni biomediche avanzate per l'interpretazione dei risultati sperimentali.</p> <p>Autonomia di giudizio: Lo studente imparerà a riconoscere le potenzialità e i limiti delle tecniche di indagine biomedica più comuni.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i principi fisici alla base delle tecniche di dosimetria EPR, risonanza magnetica nucleare ad immagini, ecografia e termoanalisi ed il loro funzionamento.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare i risultati sperimentali alla luce delle nozioni acquisite sull'interazione tra la materia e le radiazioni ionizzanti e non-ionizzanti.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>METODI NUMERICI AVANZATI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	L'insegnamento di <b>Metodi Numerici Avanzati</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti per lo studio numerico delle

	<p>equazioni differenziali alle derivate parziali che si incontrano in fisica, e la capacità di risolvere in maniera quantitativa problemi in cui si utilizzano tali equazioni. Al termine del corso lo studente sarà in grado di ottenere una soluzione numerica per i principali tipi di equazioni e di condizioni al bordo.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: principi di base e metodologia avanzate per la soluzione numerica di equazioni differenziali alle derivate parziali</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare i principi di base ed avanzati dei metodi numerici per ottenere una soluzione in forma numerica di problemi tipici della fisica.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di individuare in modo autonomo lo schema numerico più appropriato per ogni problema, anche al variare delle condizioni al contorno.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere vantaggi e svantaggi di ciascun approccio numerico allo studio delle equazioni della fisica.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere l'importanza di utilizzare il corretto schema numerico.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>PROCESSI FISICI DI BASE IN ASTROFISICA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Acquisizione della capacità di descrivere in maniera quantitativa alcuni modelli anche numerici di struttura stellare, partendo dai processi fisici di base.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: fenomenologia della produzione di energia nelle stelle, e principi di base e aspetti quantitativi della fisica delle stelle.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare la descrizione della fisica di base per ottenere informazioni sui principali fenomeni fisici della struttura stellare.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sui principali aspetti fisici delle stelle di vario tipo, a partire dalle equazioni di base della fisica moderna.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla struttura e all'evoluzione stellare.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere la descrizione dei sistemi stellari e le approssimazioni utilizzate nella descrizione del sistema tramite i processi fisici di base.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>SPETTROSCOPIA ELETTRONICA</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>

<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Spettroscopia Elettronica</b> si propone di fornire allo studente le nozioni di base riguardo alla produzione e utilizzo della radiazione di sincrotrone. Il corso prevede, inoltre, di fornire la conoscenza sui meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia elettronica e fotoelettronica e le competenze necessarie per l'utilizzo della relativa strumentazione. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento di un sincrotrone, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle tecniche di spettroscopia elettronica e fotoelettronica e iii) di fornire le competenze necessarie per l'utilizzo delle tecniche di spettroscopia.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i meccanismi fisici alla base della tecnologia dei sincrotroni e delle principali tecniche sperimentali atte a caratterizzare materiali innovativi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di comprendere complesso funzionamento di un sincrotrone e di comprendere i risultati sperimentali ottenuti utilizzando tecniche di spettroscopia elettronica ed a raggi X.</p> <p>Autonomia di giudizio: lo studente imparerà ad individuare la tecnica migliore per investigare le proprietà fisiche di materiali innovativi e ad interpretare i dati sperimentali ottenuti con tecniche di spettroscopia elettronica ed a raggi X.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere la tecnologia alla base del funzionamento di un sincrotrone ed i meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia elettronica ed a raggi X.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare la fenomenologia legata al funzionamento e utilizzo della radiazione di sincrotrone e delle spettroscopie elettroniche ed a raggi X in termini di nozioni avanzate di meccanica quantistica sull'interazione radiazione-materia.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>SPETTROSCOPIE LINEARI E NON LINEARI</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/01</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Spettroscopie Lineari e non Lineari</b> si propone di fornire allo studente le nozioni di base di meccanica quantistica necessarie per la comprensione dei meccanismi fisici alla base del funzionamento dei laser. Il corso prevede, inoltre, una introduzione alle tecniche di spettroscopia ottica non lineare. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento dei laser continui e pulsati, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle tecniche di spettroscopia ottica non lineare.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i meccanismi fisici alla base della tecnologia dei laser e delle spettroscopie ottiche non lineari ultraveloci.</p>



	<p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di comprendere i parametri di funzionamento di laser continui ed impulsati e di comprendere i risultati sperimentali ottenuti utilizzando tecniche di spettroscopia vibrazionale a somma di frequenza.</p> <p>Autonomia di giudizio: lo studente imparerà a caratterizzare alcune proprietà dell'emissione laser e a trarre informazioni sull'architettura molecolare ad un'interfaccia dai dati ottenuti tramite spettroscopia vibrazionale a somma di frequenza.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i meccanismi fisici alla base della tecnologia dei laser, i principi di funzionamento dei laser continui e pulsati e delle spettroscopie ottiche non lineari ultraveloci.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare la fenomenologia legata alla generazione ed utilizzo della radiazione laser in termini di nozioni avanzate di meccanica quantistica sull'interazione radiazione-materia.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>TECNICHE SPETTROSCOPICHE</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/03</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Tecniche Spettroscopiche</b> si propone di fornire allo studente i fondamenti della spettroscopia molecolare. Al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere i meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia dielettrica, di assorbimento UV e visibile, di fluorescenza e Raman.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: capacità di comprendere i meccanismi fisici delle principali tecniche di spettroscopia molecolare.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di comprendere i risultati sperimentali ottenuti utilizzando tecniche di spettroscopia molecolare.</p> <p>Autonomia di giudizio: lo studente imparerà ad individuare la tecnica migliore per investigare le proprietà fisiche di materiali innovativi e ad interpretare i dati sperimentali.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia dielettrica, di assorbimento UV e visibile, di fluorescenza e Raman.</p> <p>Capacità di apprendimento: capacità di interpretare la fenomenologia legata al funzionamento e utilizzo delle spettroscopie dielettrica, di assorbimento UV e visibile, di fluorescenza e Raman in termini di nozioni avanzate sull'interazione tra radiazione e materia.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>TEORIA DEI CAMPI PARTE A</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/02</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	L'unità formativa di <b>Teoria dei Campi (Parte A)</b> si propone di fornire

	<p>allo studente le conoscenze di base della teoria classica e quantistica dei campi, delle simmetrie discrete (P,C,T), della teoria della matrice S e della tecnica dei diagrammi di Feynman (con particolare riferimento all'Elettrodinamica Quantistica). Al termine del corso lo studente avrà acquisito le conoscenze di base della teoria quantistica di campo. La tecnica di calcolo perturbativo, basata sull'utilizzo dei diagrammi di Feynman, sarà applicata al calcolo delle sezioni d'urto di semplici processi di Elettrodinamica Quantistica a livello albero.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza dei principali risultati della teoria quantistica di campo e della tecnica di calcolo perturbativo basata sui diagrammi di Feynman (applicata a processi di QED al livello albero).</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i risultati della teoria quantistica di campo nella descrizione delle proprietà fisiche delle particelle elementari e delle loro interazioni elettromagnetiche.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di utilizzare l'approccio più conveniente nel calcolo di un processo, a livello albero, in QED.</p> <p>Abilità comunicative: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprensione degli elementi cruciali caratterizzanti il passaggio dalla prima alla seconda quantizzazione.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna

<b>Attività formativa</b>	<b>TEORIA DEI CAMPI PARTE B</b>
<b>SSD</b>	<b>FIS/02</b>
<b>CFU</b>	<b>6</b>
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>L'unità formativa di <b>Teoria dei Campi (Parte B)</b> si propone di fornire allo studente le conoscenze avanzate sull'elettrodinamica quantistica (QED) con particolare riferimento alla teoria della rinormalizzazione (nell'ambito del modello della sottrazione minimale) ed al calcolo di predizioni all'ordine superiore dello sviluppo perturbativo. Al termine del corso lo studente avrà appreso le nozioni necessarie per il calcolo di predizioni teoriche all'ordine superiore dello sviluppo perturbativo.</p> <p><b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b></p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione: conoscenza dei principali risultati della teoria quantistica di campo con particolare riferimento alle tecniche di calcolo necessarie per il calcolo di contributi all'ordine superiore in QED.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare le nozioni apprese nel corso al calcolo di predizioni teoriche all'ordine superiore dello sviluppo perturbativo.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di utilizzare l'approccio più conveniente nel calcolo di un processo, all'ordine superiore rispetto al livello albero, in QED.</p>

	<p>Abilità comunicative: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprensione degli elementi cruciali caratterizzanti il processo di rinormalizzazione delle divergenze caratterizzanti l'Elettrodinamica Quantistica.</p>
<b>Propedeuticità</b>	Nessuna