

## Allegato B1

### Descrizione del percorso di formazione: Curricula e Piani di Studio

L'offerta didattica della Laurea Magistrale Interateneo in Fisica prevede 5 curricula con i relativi piani di studio. Taluni piani di studio sono approvati d'ufficio. Tutti i curricula hanno in comune 4 insegnamenti obbligatori: Fisica Atomica e Molecolare, Teoria dei Campi I, Istituzioni di Fisica delle Particelle Elementari e Cosmologia I, tutti del primo anno.

Nel seguito sono riportati:

1. La struttura dei Curricula previsti dall'offerta formativa con la ripartizione dei CFU per tipologia, ambito e Settore Scientifico-Disciplinare (SSD);
2. i Curricula con:
  - a. gli obiettivi formativi
  - b. una tabella per la predisposizione del piano di studi con le possibili scelte degli insegnamenti e la loro scansione temporale
  - c. eventuali indicazioni per i piani di studio approvati d'ufficio.

Sono possibili anche piani di studio con altre scelte di insegnamenti, che devono però comunque rispettare la ripartizione dei CFU fra gli SSD di uno dei Curricula e devono essere approvati dalla Commissione Didattica.

#### 1. Struttura dei curricula

Tutti i curricula hanno la suddivisione in numero di CFU per attività formative riportata sotto. Le tipologie di attività formative (**TAF**): previste sono:

- **caratterizzanti** o di tipologia **B**
- **affini** o di tipologia **C**
- **a scelta dello studente** o di tipologia **D**
- **per la prova finale** o di tipologia **E**
- **ulteriori attività** o di tipologia **F**

Tipologia	Ambito	SSD	CFU
<b>B</b>	Sperimentale applicativo	FIS/01, FIS/07	12
	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	12
	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03, FIS/04	12
	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05, FIS/06, GEO/10, GEO/12	6
<b>C</b>	Affini		21
<b>D</b>	A scelta dello studente		12
<b>E</b>	Prova finale		40
<b>F</b>	Tirocinio		5

## 2. Curricula e Piani di Studio

### 2.1 Curriculum Fisica della Materia

#### Obiettivi Formativi

Il Curriculum Fisica della Materia ha il fine di formare laureati in possesso di:

- una solida preparazione culturale nella fisica della materia sperimentale e/o teorica;
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di misura e delle tecniche di analisi dei dati;
- un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano l'indirizzo;
- grande familiarità con la strumentazione e le tecniche di laboratorio e/o con tecniche numeriche;
- capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta ed orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'Italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- capacità di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture;
- capacità di utilizzare le conoscenze specifiche acquisite per la modellizzazione di sistemi fisici complessi e nei campi delle scienze applicate.

I laureati magistrali in Fisica della materia svolgeranno attività nei seguenti campi: promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché gestione e progettazione delle tecnologie in ambiti correlati con le discipline di fisica della materia, nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione; la divulgazione ad alto livello della cultura scientifica con particolare riferimento agli aspetti teorici, sperimentali ed applicativi della fisica della materia. Disporranno di un'ottima preparazione per affrontare un dottorato di ricerca sia in Italia che all'estero.

Fisica della Materia – Corsi							
I ANNO							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Fisica Atomica e Molecolare	FIS/03	B	6	Affine 2: (Fisica della Materia Condensata II)	FIS/03	C	6
Affine 1: (Fisica della Materia Condensata I)	FIS/03	C	6	Laboratorio di Fisica della Materia <i>oppure</i> Laboratorio di Fisica Computazionale	FIS/01	B	6
Laboratorio di Fisica Sperimentale	FIS/01	B	6	Cosmologia I	FIS/05	B	6
Teoria dei campi I	FIS/02	B	6	Geometria e Topologia in Struttura elettronica <i>oppure</i> Metodi Numerici per la Meccanica Quantistica	FIS/02	B	6
Istituzioni di Fisica delle Particelle Elementari	FIS/04	B	6	Insegnamento a Scelta A		D	6
Totale crediti del I anno							60
<b>II ANNO</b> sarà attuato nell'a.a. 2015/2016. Gli studenti che nel 2014/2015 sono iscritti al II anno devono riferirsi al Manifesto 2013/2014							

I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU	
Affine 3: (Complementi di teoria della materia condensata)	FIS/03	C	9	Tesi		E	30	
Insegnamento a Scelta B		D	6					
Tirocinio		F	5					
Tesi		E	10					
Totale crediti del II anno								60

### **Piano di studi approvato d'ufficio:**

- Insegnamento Affine 1: Fisica della materia condensata I
- Insegnamento Affine 2: Fisica della materia condensata II
- Insegnamento Affine 3: Complementi di teoria della materia condensata

#### **Insegnamenti a Scelta:**

##### **Offerta interna al Curriculum:**

- Insegnamento "a Scelta A": Simulazioni classiche di sistemi a molti corpi (FIS/03) *oppure* Fondamenti di Fisica delle Superfici (FIS/03)
- Insegnamento "a Scelta B": Fenomeni Critici (FIS/03) *oppure* Applicazioni della radiazione di Sincrotrone (FIS/03)

**NOTA:** Le attività formative "A scelta" possono essere individuate autonomamente dallo studente tra gli insegnamenti offerti dall'Ateneo all'interno di qualsiasi ambito disciplinare, compreso quello di Fisica, purché coerente con il piano formativo.

## 2.2 Curriculum Fisica Nucleare e Subnucleare

### Obiettivi Formativi

Il Curriculum Fisica Nucleare e Subnucleare ha il fine di formare laureati in possesso di:

- una solida preparazione culturale nella fisica nucleare e subnucleare teorico-fenomenologica e/o sperimentale-applicativa;
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di misura e delle tecniche di analisi dei dati;
- un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano l'indirizzo;
- grande familiarità con la strumentazione e le tecniche di laboratorio;
- una buona conoscenza, in forma scritta ed orale, di almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'Italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- un'elevata capacità sia di lavorare con ampia autonomia come di partecipare a collaborazioni scientifiche allargate all'ambito nazionale e internazionale, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture;
- conoscenze specifiche acquisite per la modellizzazione di sistemi fisici complessi e nei campi delle scienze applicate.

I laureati magistrali in Fisica Nucleare e Subnucleare saranno in possesso di una preparazione atta a svolgere attività nei seguenti campi: promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché la gestione e progettazione delle tecnologie in ambiti correlati con le discipline fisiche nucleari e subnucleari, nei settori dell'industria, dell'ambiente, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione; la divulgazione ad alto livello della cultura scientifica con particolare riferimento agli aspetti sperimentali ed applicativi della fisica nucleare e subnucleare. Disporranno inoltre di un'ottima preparazione per affrontare un dottorato di ricerca sia in Italia che all'estero.

Fisica Nucleare e Subnucleare – Corsi							
I ANNO							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Teoria dei Campi I	FIS/02	B	6	Caratteristiche generali dei Rivelatori	FIS/01	B	6
Istituzioni di Fisica Particelle Elementari	FIS/04	B	6	Laboratorio Acquisizione e controllo Dati	FIS/01	B	6
Fisica Atomica e Molecolare	FIS/03	B	6	Fisica Nucleare	FIS/02	B	6
Insegnamento affine 1: Statistica avanzata per l'analisi dei dati <i>oppure</i> Metodi di immagine in fisica medica	FIS/01  FIS/07	C	6	Insegnamento affine 2: Dinamiche delle particelle elementari <i>oppure</i> Laboratorio di Fisica medica	FIS/04  FIS/07	C	6
				Cosmologia I	FIS/05	B	6
Insegnamento a scelta A						D	6
Totale crediti del I anno							60
II ANNO sarà attuato nell'a.a. 2015/2016. Gli studenti che nel 2014/2015 sono iscritti al II anno devono riferirsi al Manifesto 2013/2014							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Insegnamento affine 3: Laboratorio di Fisica Nucleare e subnucleare	FIS/04	C	9	Tesi		E	30

<i>oppure</i> Lab. di Analisi Dati in Fisica ed Astrofisica delle Alte Energie	FIS/04							
Insegnamento a scelta B		D	6					
Tirocinio		F	5					
Tesi		E	10					
Totale crediti del II anno								60

### **Piano di studi approvato d'ufficio:**

- Affine 1: Metodi di immagine in fisica medica
- Affine 2: Laboratorio di Fisica medica
- Affine 3: Laboratorio di Fisica Nucleare e subnucleare

### **Oppure**

- Affine 1: Statistica avanzata per l'analisi dei dati
- Affine 2: Dinamiche delle particelle elementari

### **Insegnamenti a scelta A e B**

#### **Offerta interna al Curriculum:**

- Fisica sperimentale nucleare e subnucleare (FIS/04) I Semestre
- Astrofisica delle alte energie (FIS/04) I Semestre
- Introduzione alla biofisica (FIS/07) II Semestre
- Programmazione C++ per la fisica (INF/01) II Semestre

**NOTA:** Le attività formative "A scelta" possono essere individuate autonomamente dallo studente tra gli insegnamenti offerti dall'Ateneo all'interno di qualsiasi ambito disciplinare, compreso quello di Fisica, purché coerente con il piano formativo.

## 2.3 Curriculum Fisica Teorica

### Obiettivi Formativi

Il Curriculum Fisica Teorica ha il fine di formare laureati in possesso di:

- una visione d'insieme delle attuali problematiche di frontiera in vari settori della ricerca in fisica teorica, dalle particelle elementari ai sistemi complessi, dalle nuove frontiere della fisica quantistica agli sviluppi più recenti in teorie della gravitazione;
- un'elevata capacità di padroneggiare formulazioni teoriche astratte come di produrre modellizzazioni concrete di sistemi fisici;
- una solida conoscenza di metodi matematici avanzati e di strumenti matematici di supporto;
- un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano l'indirizzo;
- un'adequata conoscenza delle moderne strumentazioni di misura e delle tecniche di analisi dati;
- una buona conoscenza, in forma scritta ed orale, di almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'Italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- una buona capacità di affrontare problemi di natura nuova e di proporre soluzioni;
- un'elevata capacità di lavorare in autonomia come di partecipare a collaborazioni scientifiche allargate all'ambito nazionale e internazionale.

Coloro che conseguiranno la laurea magistrale in Fisica Teorica saranno preparati a svolgere attività di alto livello quali ricerca e sviluppo nel settore pubblico e privato su temi che vanno dalla fisica fondamentale ai sistemi complessi. Potranno anche trovare occupazione nel crescente settore della divulgazione della cultura scientifica e nel trasferimento di conoscenze avanzate. Avranno inoltre una solida preparazione per affrontare un dottorato di ricerca sia in Italia che all'estero.

Fisica Teorica – Corsi							
<b>I ANNO</b>							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Teoria dei Campi I	FIS/02	B	6	Teoria dei Campi II	FIS/02	B	6
Fisica atomica e molecolare	FIS/03	B	6	Cosmologia I	FIS/05	B	6
Istituzioni di Fisica Particelle Elementari	FIS/04	B	6	Laboratorio di Fisica Computazionale	FIS/01	B	6
Insegnamento affine		C	6	Laboratorio II*	FIS/01	B	6
Insegnamento affine		C	6	Insegnamento a scelta		D	6
Totale crediti del I anno							60
<b>II ANNO</b> sarà attuato nell'a.a. 2015/2016. Gli studenti che nel 2014/2015 sono iscritti al II anno devono riferirsi al Manifesto 2013/2014							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Insegnamento a scelta		D	6	Tesi		E	30
Insegnamento affine		C	9				
Tirocinio		F	5				
Tesi		E	10				
Totale crediti del II anno							60

\***Laboratorio II** a scelta tra:

Laboratorio Acquisizione e Controllo Dati *oppure*  
 Laboratorio di Fisica della Materia

**Piano di studi approvato d'ufficio:**

- Insegnamenti affini scelti tra quelli dell'“Offerta interna al Curriculum”

**Insegnamenti affini:**

**Offerta interna al Curriculum:**

- Meccanica Quantistica Avanzata (FIS/02) I Semestre
- Meccanica Statistica (FIS/02) II Semestre
- Relatività Generale I (FIS/02) I Semestre
- Relatività Generale II (FIS/02) I Semestre II anno
- Dinamiche delle Particelle Elementari (FIS/04) II Semestre
- Introduzione all'Informazione Quantistica (FIS/02) I Anno I Semestre

**Offerta da altri Curricula:**

- Metodi Numerici per la Meccanica Quantistica (FIS/02) II Semestre
- Geometria e Topologia in Struttura Elettronica (FIS/02) II Semestre
- Cosmologia II (FIS/05) I Semestre II anno
- Statistica Avanzata per l'Analisi dei Dati (FIS/01) I Semestre
- Fenomeni Critici (FIS/03) I Semestre II anno

**NOTE:**

- Per la scelta dell'insegnamento affine da 9 crediti si può optare per Cosmologia II o, in alternativa, per 2 insegnamenti da 6 crediti
- Le attività formative “A scelta” possono essere individuate dallo studente dal paniere degli insegnamenti affini e tra gli insegnamenti offerti dall'Ateneo all'interno di qualsiasi ambito disciplinare, compreso quello di Fisica, purché coerente con il piano formativo.

## 2.4 Curriculum Fisica Terrestre e dell'Ambiente

### Obiettivi Formativi

Il Curriculum Fisica Terrestre e dell'Ambiente ha il fine di formare laureati in possesso di:

- una solida preparazione culturale nella fisica terrestre ed ambientale teorico-fenomenologica e/o sperimentale-applicativa;
- un'approfondita conoscenza delle moderne strumentazioni di misura e delle tecniche di analisi dei dati;
- un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano l'indirizzo;
- grande familiarità con la strumentazione e le tecniche di laboratorio;
- la capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta ed orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'Italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- un'elevata capacità di lavorare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture;
- conoscenze specifiche acquisite per la modellizzazione di sistemi fisici complessi e nei campi delle scienze applicate con particolare attenzione alla fisica terrestre e dell'ambiente.

I laureati magistrali in Fisica Terrestre e dell'Ambiente svolgeranno attività nei seguenti campi: promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, nonché la gestione e progettazione delle tecnologie in ambiti correlati con le discipline fisiche terrestri e dell'ambiente, nei settori dell'industria, della sanità, dei beni culturali e della pubblica amministrazione; la divulgazione ad alto livello della cultura scientifica con particolare riferimento agli aspetti sperimentali ed applicativi della fisica terrestre e dell'ambiente (e.g. la gestione dei rischi naturali). Avranno inoltre un'ottima preparazione per affrontare un dottorato di ricerca sia in Italia che all'estero.

Fisica Terrestre e dell'Ambiente – Corsi								
I ANNO								
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU	
Teoria dei campi I	FIS/02	B	6	Insegnamento affine: Sismologia e Geodinamica	GEO/10	C	6	
Fisica Atomica e Molecolare	FIS/03	B	6	Laboratorio di Fisica Computazionale <i>Oppure</i> Laboratorio Acquisizione e controllo Dati	FIS/01	B	6	
Istituzioni di Fisica delle particelle elementari	FIS/04	B	6	Cosmologia I	FIS/05	B	6	
Insegnamento affine: Fisica terrestre	GEO/10	C	9	Fluidodinamica geofisica	FIS/02	B	6	
Insegnamento affine: Sismologia Teorica	GEO/10	C	6	Insegnamento a scelta A		D	6	
Totale crediti del I anno								63
<b>II ANNO</b> sarà attuato nell'a.a. 2015/2016. Gli studenti che nel 2014/2015 sono iscritti al II anno devono riferirsi al Manifesto 2013/2014								
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU	
Rischio sismico e vulcanico	FIS/07	B	6	Tesi		E	30	
Insegnamento a scelta B		D	6					
Tirocinio		F	5					
Tesi		E	10					
Totale crediti del II anno								57



## **Piano di studi approvato d'ufficio:**

### **Insegnamenti affini:**

#### **Offerta interna al Curriculum:**

- Fisica terrestre (GEO/10) I Semestre
- Sismologia Teorica (GEO/10) I Semestre
- Sismologia e Geodinamica (GEO/10), II Semestre

### **Insegnamenti a scelta A e B:**

#### **Offerta interna al Curriculum:**

- Fisica dell'Atmosfera (FIS/06) I Semestre II anno
- Oceanografia (GEO/12) II Semestre

**NOTA:** Le attività formative "A scelta" possono essere individuate autonomamente dallo studente tra gli insegnamenti offerti dall'Ateneo all'interno di qualsiasi ambito disciplinare, compreso quello di Fisica, purché coerente con il piano formativo.

## 2.5 Curriculum Astrofisica e Cosmologia

### Obiettivi Formativi

Il Curriculum Astrofisica e Cosmologia ha il fine di formare laureati in possesso di:

- un'ottima padronanza del metodo scientifico di indagine;
- una solida cultura di base nella fisica classica e moderna;
- un'approfondita preparazione nell' astrofisica e cosmologie moderne;
- un'avanzata conoscenza delle moderne strumentazioni di osservazione e di raccolta di dati, e delle relative tecniche di analisi;
- un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- un'elevata capacità operativa e scientifica nelle discipline che caratterizzano la classe;
- una buona capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- un'ampia autonomia nel lavoro, che li metta in grado anche di assumere responsabilità di progetti e strutture;
- capacità di utilizzare le conoscenze specifiche acquisite per la modellizzazione di sistemi fisici complessi e nei campi delle scienze applicate.

La preparazione fornita sarà tale da permettere allo studente la prosecuzione del percorso formativo in un Dottorato di Ricerca in Fisica, Astronomia o in disciplina affine in vista di un possibile inserimento nel mondo della ricerca fondamentale nell'Università o negli Enti di Ricerca. Più in generale, tale preparazione permetterà allo studente l'inserimento in attività lavorative nel mondo dell'industria e del terziario che richiedano competenze di livello elevato, ampia autonomia e capacità di coordinamento. Tra le attività che i laureati specialisti della classe potranno svolgere si indicano in particolare:

- promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica nel campo astrofisico, cosmologico e spaziale, nonché di gestione e progettazione delle relative tecnologie;
- progettazione in ambiti correlati con le discipline astrofisiche, cosmologiche e spaziali nei settori dell'industria, dell'ambiente, dei beni culturali e della pubblica amministrazione;
- divulgazione astronomico - astrofisica di alto livello, nonché organizzazione e gestione di progetti divulgativi e di diffusione della cultura scientifica.

Astrofisica e Cosmologia - Corsi							
<b>I ANNO</b>							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Insegnamento affine A: Astrofisica	FIS/05	C	6	Cosmologia I	FIS/05	B	6
Teoria dei Campi I	FIS/02	B	6	Laboratorio di Tecnologie Astronomiche	FIS/01	B	6
Fisica atomica e Molecolare	FIS/03	B	6	Insegnamento affine B: Evoluzione di stelle e Galassie	FIS/05	C	6
Istituzioni di Fisica Particelle Elementari	FIS/04	B	6	Insegnamento a scelta A		D	6
Astrofisica Teorica	FIS/02	B	6	Insegnamento a scelta B		D	6
Totale crediti del I anno							60
<b>II ANNO</b> sarà attuato nell'a.a. 2015/2016. Gli studenti che nel 2014/2015 sono iscritti al II anno devono riferirsi al Manifesto 2013/2014							
<b>I Semestre</b>							
I Semestre	SSD	TAF	CFU	II Semestre	SSD	TAF	CFU
Laboratorio di Astrofisica Spaziale	FIS/01	B	6	Tesi		E	30

Insegnamento affine C: Cosmologia II	FIS/05	C	9					
Tirocinio		F	5					
Tesi		E	10					
Totale crediti del II anno								60

**Piano di studi approvato d'ufficio:**

- Insegnamenti affini 1, 2 e 3 come nella precedente tabella
- Insegnamenti a scelta A e B scelti tra quelli dell'“Offerta interna al Curriculum”

**Insegnamenti a Scelta:**

**Offerta interna al Curriculum:**

- Atmosfere stellari (FIS/05) 6 CFU, II Semestre
- Sistemi autogravitanti (FIS/05) 6 CFU, II Semestre
- Pianeti e Astrobiologia (FIS/05) 3 CFU, II Semestre
- Meteorologia e Climatologia dello Spazio (FIS/05) 6 CFU, II Semestre
- Fisica nucleare
- Meccanica quantistica avanzata
- Relatività I
- Relatività II

**NOTA:** Le attività formative “A scelta” possono essere individuate autonomamente dallo studente tra gli insegnamenti offerti dall'Ateneo all'interno di qualsiasi ambito disciplinare, compreso quello di Fisica, purché coerente con il piano formativo.

