

# MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

Modulo Proposta Accreditamento dei dottorati - a.a. 2022/2023  
codice = DOT13A7489

## Denominazione corso di dottorato: FISICA

### 1. Informazioni generali

#### Corso di Dottorato

Il corso è:	Rinnovo	
Denominazione del corso	FISICA	
Cambio Titolatura?	NO	
Ciclo	38	
Data presunta di inizio del corso	01/01/2023	
Durata prevista	3 ANNI	
Dipartimento/Struttura scientifica proponente	Matematica e Fisica	
Numero massimo di posti per il quale si richiede l'accREDITamento ai sensi dell'art 5 comma 2, DM 226/2021	15	
Dottorato che ha ricevuto accREDITamento a livello internazionale (Joint Doctoral Program):	NO	se altra tipologia: -
Il corso fa parte di una Scuola?	NO	
Presenza di eventuali curricula?	NO	
Link alla pagina web di ateneo del corso di dottorato	<a href="http://matematicafisica.uniroma3.it/dottorato/2021/fisica-dott498/">http://matematicafisica.uniroma3.it/dottorato/2021/fisica-dott498/</a>	

### Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso

#### **Descrizione del progetto:**

*Il progetto formativo del dottorato in Fisica è organizzato in:*

- a) attività formative comuni, volte a fornire ai Dottorandi le competenze relative alle tecniche e alle modalità di svolgimento della ricerca scientifica, nonché le conoscenze di base comuni per il perseguimento degli obiettivi formativi del Corso;*
- b) attività formative specifiche volte a fornire e/o completare le conoscenze e abilità dei Dottorandi;*
- c) altre attività formative a scelta dello Studente, con l'approvazione del Collegio dei Docenti del Corso, che ne verifica la coerenza con il percorso formativo e/o con il progetto di Tesi del Dottorando.*

*Il progetto formativo articolato sui tre anni prevede che nel primo anno i Dottorandi siano tenuti a seguire corsi, per un totale di 20 crediti formativi, scelti nell'ambito dell'offerta formativa del Dottorato in Fisica di Roma TRE e dei Dottorati indicati dal Collegio dei*

*Docenti. Inoltre i Dottorandi possono scegliere un corso di Laurea Magistrale, di argomento pertinente con il loro progetto di Dottorato. Infine, e' incoraggiata la partecipazione dei Dottorandi a scuole, nazionali o internazionali, anche attraverso l'attribuzione di crediti formativi fino ad un massimo di 3.*

*Entro i primi sei mesi del primo anno e' previsto che i Dottorandi definiscano il loro campo d'interesse scientifico e il Supervisore della Tesi di Dottorato. Nel primo anno le attività formative non includono eventuali attività di supporto alla Didattica del Dipartimento.*

*Nel secondo anno è previsto che i Dottorandi seguano cicli di seminari, scuole e corsi di aggiornamento e partecipino a conferenze nazionali o internazionali su argomenti di interesse per la Tesi di Dottorato. I Dottorandi proseguono il lavoro di Tesi inquadrando il loro progetto di ricerca nel contesto nazionale ed internazionale del campo prescelto attraverso una rassegna critica della bibliografia e/o letteratura relativa; inoltre ci si aspetta che il Dottorando metta a punto la strumentazione e/o le tecniche computazionali necessarie per la stesura della Tesi.*

*Nel terzo anno il Dottorando finalizza il progetto di ricerca e scrive la Tesi. Inoltre i Dottorandi cominciano a partecipare a conferenze e/o workshops in cui possono presentare sotto forma di poster o comunicazione orale i primi risultati della loro attività di ricerca.*

*Nel terzo anno le attività formative includono anche l'eventuale attività di supporto alla Didattica del Dipartimento.*

### **Obiettivi del corso:**

*In accordo con il dettato del DM 226/2021, art.1, comma 1, il corso di dottorato in Fisica dell'Universita' di Roma Tre mira a formare fisici in grado di svolgere attività di ricerca di alta qualificazione, a livello internazionale, presso universita', enti pubblici o soggetti privati sia nazionali che internazionali. Il percorso formativo proposto include diversi aspetti, tutti necessari per una fruttuosa carriera di ricercatore. Un primo obiettivo, sviluppato nel primo anno di dottorato con la richiesta di seguire corsi su vari aspetti della Fisica e' di dare al dottorando la possibilita' di un approfondimento culturale dei vari rami della fisica. Gli altri obiettivi del corso di dottorato, sviluppati principalmente nel secondo e terzo anno, sono fare acquisire al dottorando le competenze tecniche e metodologiche nel prescelto campo di studi e la capacità di pianificare, sviluppare, portare a compimento e relazionare un progetto di ricerca. Nel corso viene data anche molta importanza a sviluppare nel dottorando l'abilità di esporre, sia oralmente che per iscritto i risultati della propria ricerca, anche individuando le potenziali prospettive di utilizzo in ambito tecnologico.*

### **Sbocchi occupazionali e professionali previsti**

*Il titolo di dottore di ricerca in fisica fornisce lo strumento più naturale per l'accesso alla carriera accademica sia in Italia che all'estero, come pure per l'impiego presso strutture di ricerca pubbliche e private, nazionali ed internazionali. Nel contempo, tale titolo può facilitare l'ingresso presso aziende industriali nelle quali vengono sviluppati programmi con elevato contenuto tecnologico. Una analisi sulla situazione occupazionale dei dottorandi in Fisica di Roma Tre dei precedenti cicli mostra che circa il 50%, dopo il conseguimento del titolo, ha proseguito nella attività di ricerca con posizioni post-dottorato in Italia o all'estero mentre il restante 50% ha trovato occupazione nell'insegnamento o in aziende private principalmente nel campo dello sviluppo di software.*

*Più in generale, il dottore di ricerca in fisica costituisce una risorsa per i quadri dirigenziali della pubblica amministrazione laddove sia importante la valutazione degli aspetti scientifici e tecnologici.*

### **Coerenza con gli obiettivi del PNRR**

*Nell'ambito della tematica del PNRR riguardante la transizione digitale e ambientale la borsa proposta a valere sul DM351 riguarda la rivelazione e la moderazione dei neutroni. Se il nucleare è stato il nostro passato, con il suo lascito di scorie radioattive, lo stesso potrebbe anche essere una parte del nostro futuro, ma solo se con scienza e tecnologia possiamo irretirne e gestirne la potenza in sicurezza. Nei siti radioattivi le particelle alfa generano neutroni che possono essere rivelati tramite tecniche e materiali particolarmente atti. Tecnologie all'uopo già esistono, ma possono essere migliorate e rese più efficienti tramite l'esplorazione di materiali (come plastiche drogate con minerali al Boro o polveri di Gadolinio)*

per rallentare e catturare neutroni, da cui inferire la radioattività alfa di zone o rocce. Inoltre, i neutroni sono anche il "pane" dei reattori nucleari. L'aggiunta dei dopanti di cui sopra nei cementi dei reattori aumenta il loro assorbimento ed aumenta l'ermeticità degli impianti. Il progetto di dottorato è, dunque, volto a studiare "cocktail" di dopanti a base di B (da minerali naturali come Ulexite e Colemanite, o da polveri come la Borace) e Gd diffusi uniformemente in pannelli plastici scintillanti o meno, ed in cementi. Ciò al fine di rivelare e/o stoppare i neutroni.

La borsa proposta a valere sul DM352 si inquadra nella Missione 4, componente 2 del PNRR "Dalla ricerca all'impresa" ed è una collaborazione tra il dottorato in Fisica dell'Università Roma Tre e l'Azienda Thales Alenia Space Italy Spa su un progetto riguardante il riconoscimento di immagini da satellite utilizzando tecniche di apprendimento automatico. L'intelligenza artificiale (IA) costituisce oggi una tecnologia abilitante per applicazioni che avremmo considerato impossibili da realizzare appena una decina di anni fa. Tuttavia i più moderni sistemi di IA risultano particolarmente rigidi nell'applicazione delle loro capacità a condizioni nuove, non precedentemente affrontate durante il loro processo di addestramento e non sono in grado di apprendere continuamente, adattandosi rapidamente alle situazioni contingenti. L'unico modo per simulare una tale capacità di adattamento risulta il crescente accumulo di enormi quantità di dati ed il frequente riaddestramento da zero di tali sistemi. L'aspetto più inquietante che ne consegue è l'evidente consumo di energia e conseguente emissione globale di CO<sub>2</sub>. La sostenibilità dell'IA comincia quindi a diventare importante. La ricerca proposta vuole proprio affrontare il problema di implementare un moderno sistema di apprendimento automatico ottimizzato in termini di consumo di energia in quanto, come è noto, nei satelliti si ha a disposizione un budget di potenza piuttosto limitato. L'attività proposta rientra quindi sia nella tematica della transizione digitale e della transizione ecologica che sono due dei pilastri del PNRR.

### **Tipo di organizzazione**

2b) Dottorato in forma associata ai sensi dell'art. 3, comma 2 DM 226/2021) (CONVENZIONATO)

se dottorato in forma associata: nessuna delle due opzioni precedenti

con  
(indicare i soggetti partecipanti al  
consorzio/convenzione):

Università italiane

Università estere

enti di ricerca italiani

enti di ricerca esteri

istituzioni AFAM

imprese che svolgono attività di ricerca e sviluppo

pubbliche amministrazioni, istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca

### **Enti italiani consorziati/convenzionati**

**Ente: 1**

<b>Denominazione</b>	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
<b>Sito Web</b>	WWW.INFN.IT

<b>Descrizione dotazione strutture e attrezzature scientifiche dell'Ente</b>	<i>L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e' un ente di ricerca italiano articolato in 20 sezioni e 4 laboratori nazionali. La sezione di Roma Tre e' ospitata nell'edificio Vasca Navale del Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Universita' di Roma Tre. Per i dottorandi, che vengono formalmente associati alle attività dell'ente, è previsto l'accesso alle infrastrutture INFN, sia informatiche che sperimentali, sia locali che nazionali, ed in particolare ai Laboratori Nazionali di Frascati e del Gran Sasso presso i quali si svolgono attività in collaborazione con Roma Tre. La Sezione di Roma Tre fornisce l'accesso al cluster di calcolo locale e tramite esso alla rete GRID, al laboratorio di sviluppo e test di rivelatori, al laboratorio di analisi delle superfici, al laboratorio di elettronica e ai servizi dell'officina meccanica.</i>
<b>Consoziato/Convenzionato</b>	<i>Convenzionato</i>
<b>Sede di attività formative</b>	<i>SI</i>
<b>N° di borse finanziate</b>	<i>3</i>
<b>Data sottoscrizione convenzione/consorzio</b>	<i>19/06/2020</i>
<b>N. di cicli di dottorato coperti dalla convenzione</b>	<i>3</i>
<b>PDF Convenzione o se consorzio l'Atto costitutivo e statuto.</b>	<a href="#"><u>Conv.INFN RomaTre x dott. XXXVI-XXXVII-XXXVIII CICLO (Bollo)-signed signed.pdf</u></a>

## Imprese

### Impresa 1

<b>Nome dell'impresa*</b>	<i>Thales Alenia Space Italia Spa</i>
<b>Ambito di attività dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&amp;S *</b>	<i>Thales Alenia Space Italia S.p.A. è la componente italiana di Thales Alenia Space. Nata come joint venture fra Thales (67%) e Finmeccanica (33%), Thales Alenia Space è uno dei principali fornitori di soluzioni per satelliti e infrastrutture orbitali. Con i suoi 10 impianti in Francia, Italia, Spagna, Belgio e Germania, l'azienda sviluppa le tecnologie più all'avanguardia per i segmenti terra e spazio di applicazioni scientifiche, commerciali, militari e di sicurezza. È leader nel mercato globale delle telecomunicazioni, navigazione, esplorazione spaziale e osservazione terrestre, in particolare nelle applicazioni per previsioni meteo, altimetria, oceanografia e gestione ambientale. Thales Alenia Space Italia S.p.A. vanta un'esperienza quarantennale maturata lavorando alla realizzazione di oltre duecento satelliti per le telecomunicazioni (Intelsat, Hot Bird, Arabsat, Olympus, Italsat, Artemis, Globalstar, Sicral), di navigazione ( Giove B ) per la scienza e l'esplorazione (Hipparcos, Beppo Sax, Cassini-Huygens, Rosetta, Integral, Mars Express e Venus Express) e per il telerilevamento (ERS 1 e 2, Envisat, Metop, COSMO-SkyMed). Senza dimenticare l'apporto determinante offerto allo sviluppo delle infrastrutture orbitanti (la Stazione Spaziale Internazionale e i moduli di trasporto logistico). La</i>

*società collabora con le maggiori industrie spaziali internazionali nei programmi delle più prestigiose istituzioni quali la NASA, l'Agencia Spaziale Europea e l'Agencia Spaziale Italiana. Thales Alenia Space Italia occupa circa 2.300 addetti e ha sedi a Roma, Torino, L'Aquila e Milano*

(\*) campo obbligatorio

## **2. Eventuali curricula**

### **Curriculum dottorali afferenti al Corso di dottorato**

La sezione è compilabile solo se nel punto "Corso di Dottorato" si è risposto in maniera affermativa alla domanda "Presenza di eventuali curricula?"

## **3. Collegio dei docenti**

### **Coordinatore**

<b>Cognome</b>	<b>Nome</b>	<b>Ateneo Proponente:</b>	<b>Dipartimento/ Struttura</b>	<b>Qualifica</b>	<b>Settore concorsuale</b>	<b>Area CUN</b>
<i>DEGRASSI</i>	<i>Giuseppe</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>02/A2</i>	<i>02</i>

### **Componenti del collegio (Personale Docente e Ricercatori delle Università Italiane)**

<b>n.</b>	<b>Cognome</b>	<b>Nome</b>	<b>Ateneo</b>	<b>Dipartimento/ Struttura</b>	<b>Qualifica</b>	<b>Settore concorsuale</b>	<b>Area CUN</b>	<b>SSD</b>
1.	<i>BIANCHI</i>	<i>Stefano</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Associato (L. 240/10)</i>	<i>02/C1</i>	<i>02</i>	<i>FIS/05</i>
2.	<i>BUSSINO</i>	<i>Severino</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Associato (L. 240/10)</i>	<i>02/A1</i>	<i>02</i>	<i>FIS/01</i>
3.	<i>DEGRASSI</i>	<i>Giuseppe</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>02/A2</i>	<i>02</i>	<i>FIS/02</i>
4.	<i>DI MICCO</i>	<i>Biagio</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Associato (L. 240/10)</i>	<i>02/A1</i>	<i>02</i>	<i>FIS/01</i>
5.	<i>FRANCESCHINI</i>	<i>Roberto</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Associato (L. 240/10)</i>	<i>02/A2</i>	<i>02</i>	<i>FIS/02</i>
6.	<i>GALLO</i>	<i>Paola</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>02/B2</i>	<i>02</i>	<i>FIS/03</i>
7.	<i>LA FRANCA</i>	<i>Fabio</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Ordinario (L. 240/10)</i>	<i>02/C1</i>	<i>02</i>	<i>FIS/05</i>
8.	<i>LUBICZ</i>	<i>Vittorio</i>	<i>ROMA TRE</i>	<i>Matematica e Fisica</i>	<i>Professore Ordinario</i>	<i>02/A2</i>	<i>02</i>	<i>FIS/02</i>

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD
					(L. 240/10)			
9.	MARI	Stefano Maria	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01
10.	MATT	Giorgio	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Ordinario	02/C1	02	FIS/05
11.	MATTEI	Elisabetta	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Associato (L. 240/10)	02/C1	02	FIS/06
12.	MELONI	Davide	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Associato (L. 240/10)	02/A2	02	FIS/02
13.	ORESTANO	Domizia	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/04
14.	PETRUCCI	Fabrizio	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01
15.	PETTINELLI	Elena	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/C1	02	FIS/06
16.	PLASTINO	Wolfango	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/D1	02	FIS/07
17.	RAIMONDI	Roberto	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/B2	02	FIS/03
18.	SALAMANNA	Giuseppe	ROMA TRE	Matematica e Fisica	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/04

**Componenti del collegio (Personale non accademico dipendente di Enti italiani o stranieri e Personale docente di Università Straniere)**

n.	Cognome	Nome	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	P.I. vincitore di bando competitivo europeo *	Codice bando competitivo
1	BLOISE	Caterina	Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Dirigenti di ricerca	FIS/04	02/A1	02	7003809335	NO	
2	PASSERI	Antonio	Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Primi ricercatori	FIS/01	02/A1	02	23025523000	SI	H2020-MSCA-RISE-2018,H2020-MSCA-

n.	Cognome	Nome	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	P.I. vincitore di bando competitivo europeo *	Codice bando competitivo
												RISE-2014

#### 4. Progetto formativo

##### Attività didattica programmata/prevista

##### Insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
1.	ASTROFISICA DEGLI OGGETTI COMPATTI	12	primo anno	<p>Nel corso verrà discussa la natura degli oggetti astrofisici compatti e la loro emissione, sia da un punto di vista teorico che osservazionale. Il programma del corso comprende:</p> <p>a) Introduzione agli oggetti compatti: nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri.</p> <p>b) Buchi neri: proprietà generali. Metrica di Schwarzschild e Kerr</p> <p>c) Stelle di neutroni. Pulsars: proprietà generali e</p>			SI	Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>meccanismo di emissione. Pulsars come laboratorio della Relativita' Generale</i>				
2.	<i>EVOLUZIONE DI GALASSIE E AGN AD ALTO REDSHIFT</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>Evoluzione di galassie e nuclei attivi galattici (AGN) ad alto redshift. Formazione e coevoluzione AGN/galassie. Nuove osservazioni e risultati. Misura e storia delle Star Formation and Accretion Rates. Funzione di luminosità: AGN e galassie. Buchi neri supermassivi: funzione di massa. Crescita di buchi neri e galassie. AGN: Feedback. Getti radio. Merging e interazione. Struttura su larga scala dell'Universo</i>			SI	<i>Questo e' uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisirne 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 3 crediti formativi.</i>
3.	<i>SPETTROSCOPIA DI PLASMI ASTROFISICI</i>	12	<i>primo anno</i>	<i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti: a) Notazione spettroscopica ; Livelli energetici;</i>			SI	<i>Questo e' uno dei possibili corsi che i dottorandi possono</i>



n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>Transizioni:</i>  a) regole di selezione.  b) Processi di base; Bilancio di ionizzazione.  c) Righe di emissione.  d) Righe di assorbimento; Estinzione da polvere.  e) Plasmi fotoionizzati.</p>				<p>o scegliere per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</p>
4.	PYTHON	12	primo anno	<p>L'obiettivo del corso è far acquisire ai dottorandi competenze per l'implementazione al calcolatore di programmi ad alto livello nel linguaggio interpretato Python. Nel corso vengono fatti conoscere i costrutti fondamentali di Python e la loro applicazione a casi d'uso legati al calcolo scientifico e all'elaborazione dei dati.</p>			SI	<p>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</p>
5.	ANALISI DELLE SERIE TEMPORALI	18	primo anno	<p>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti:  1) Si richiamano i</p>			SI	<p>Questo è uno dei possibili corsi che i dottora</p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>principi di base della analisi di Fourier applicata e numerica: serie e trasformata di Fourier, spettro di energia e di potenza, autocorrelazione e mutua correlazione, e loro costruzione numerica.</i></p> <p><i>2) Risposta impulsiva e armonica di un sistema.</i></p> <p><i>3) Filtraggio di una serie temporale.</i></p> <p><i>4) Serie temporali come campionamenti di un segnale continuo.</i></p>				<p><i>ndi possono scegliere e per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno</i></p> <p><i>Il corso vale 3 crediti formativi.</i></p>
6.	FISICA DEI GHIACCI PLANETARI	18	primo anno	<p><i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti:</i></p> <p><i>1) Il ghiaccio nel Sistema Solare.</i></p> <p><i>2) Tecniche geofisiche per l'esplorazione delle croste ghiacciate nel Sistema Solare.</i></p> <p><i>3) Proprietà elettriche del ghiaccio.</i></p> <p><i>4) Il radar per lo studio dei</i></p>			SI	<p><i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>ghiacci terrestri e planetari. 5) Misure di laboratorio su campioni simulanti ghiacci planetari.</i>				<i>anno. Il corso vale 3 crediti formativi.</i>
7.	<i>PLANETOLOGIA EXTRASOLARE</i>	<i>12</i>	<i>primo anno</i>	<i>Il corso si prefigge lo scopo di descrivere le metodologie sperimentali che hanno permesso di scoprire l'esistenza dei corpi planetari in orbita intorno ad altre stelle oltre che il sole e le conseguenze di queste scoperte sullo studio dell'astrobiologia e sulla ricerca della vita in ambienti diversi dalla terra. In particolare vengono trattati i seguenti argomenti: 1) I metodi di ricerca dei compagni planetari di altre stelle oltre il sole. 2) Tecniche di osservazione delle atmosfere dei</i>			<i>SI</i>	<i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>planeti extrasolari.</i>  3) <i>Cenni sulla formazione planetaria e sulla teoria della migrazione.</i>  4) <i>Principali risultati ottenuti nella ricerca dei pianeti extrasolari.</i>  5) <i>La fisica dei pianeti giganti (Giove e Saturno come termini di paragone) e delle Brown Dwarfs.</i>  6) <i>La fisica dei pianeti terrestri e rocciosi, storia evolutiva della terra.</i>  7) <i>Il concetto di zona di abitabilità.</i>  8) <i>Ricerca della vita nel Sistema Solare.</i></p>				
8.	<b>PROBLEMI INVERSI IN GEOFISICA</b>	12	<i>primo anno</i>	<p><i>Il corso consiste in una introduzione ai metodi di inversione in ambito geofisico. IL corso tratterà sia della risoluzione di problemi lineari sia di quelli non lineari attraverso</i></p>			SI	Questo e' uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire 20 crediti formati

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>approcci deterministici quali il metodo dei minimi quadrati, la SVD, e tecniche di regolarizzazione così come approcci puramente probabilistici come i metodi Monte Carlo basati su Catena di Markov. La teoria è illustrata attraverso alcuni esempi tratti da problemi geofisici e la loro soluzione è discussa attraverso lo svolgimento in aula di algoritmi di inversione.</i></p>				<p><i>vi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</i></p>
9.	INTRODUZIONE ALLA SPINTRONICA	18	primo anno	<p><i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1) Equazioni di diffusione accoppiate per le densità di carica e spin</i></li> <li><i>2) Effetto di magnetoresistenza gigante (GMR)</i></li> <li><i>3) Accoppiamento di spin orbita in metalli e semiconduttori</i></li> </ol>			SI	<p><i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p>(Rashba, Dresselhaus, etc.)</p> <p>4) Effetto spin Hall estrinseco</p> <p>5) Effetto spin Hall intrinseco</p> <p>6) Grafene e Isolanti Topologic</p>				<p>anno.</p> <p>Il corso vale 3 crediti formativi.</p>
10.	FISICA DEL SAPORE - SPERIMENTALE	12	primo anno	<p>Nel corso verranno discussi i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sapore e bosone di Higgs.</li> <li>- Matrice CKM.</li> <li>- Fisica del sapore oltre il modello standard</li> <li>- Violazione del sapore leptonic.</li> <li>- Introduzione alla violazione di CP.</li> <li>- Violazione di CP. Misura sperimentale in NA48 e KLOE.</li> <li>- Misura dell'angolo di Cabibbo per decadimenti di kaoni neutri e carichi.</li> <li>- Decadimenti di kaoni rari e molto rari.</li> <li>- Il meccanismo GIM e l'osservazione del quark charm.</li> <li>- Vita media degli adroni</li> </ul>			SI	<p>Questo e' uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>charm.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Decadimenti del sapore leptonic e semileptonico.</i></li> <li>- <i>Mixing di mesoni D.</i></li> <li>- <i>Asimmetrie nel decadimento dei mesoni charm</i></li> <li>- <i>Acceleratori ed esperimenti per studi di b physics.</i></li> <li>- <i>Mixing di mesoni B e violazione di CP.</i></li> <li>- <i>Misura di angoli e lati del triangolo unitario b.</i></li> <li>- <i>Misurazione sperimentale del mixing di Bd e Bs.</i></li> <li>- <i>Vite medie degli adroni B</i></li> <li>- <i>Ricerca di nuova fisica con decadimenti dei mesoni B e D.</i></li> <li>- <i>Il sapore leptonic nel modello standard.</i></li> <li>- <i>LFV oltre la SM.</i></li> <li>- <i>Mu-&gt; e gamma e l'esperimento MEG.</i></li> <li>- <i>Prospettive future: proposta Mu2E</i></li> <li>- <i>Decadimento del Tau LFV nelle fabbriche</i></li> </ul>				

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				B. - <i>Momenti di dipolo elettrico nella fisica BSM e loro misura.</i>				
1 1.	<i>FISICA DELLE ALTE ENERGIE ALLE MACCHINE ACCELERATRICI ADRONICHE</i>	24	<i>primo anno</i>	<i>Nel corso verranno discussi i seguenti argomenti: 1) Fisica degli acceleratori, rivelatori: trigger, rivelatori di tracce, calorimetri, spettrometro di Muoni, monitor di luminosità. 2) Ricostruzione di oggetti: tracce, getti, elettroni e fotoni, muoni, energia mancante. 3) Misura della sezione d'urto trasversa: vertice, accumulo, evento sottostante, isolamento, rimozione di sovrapposizioni, stima del fondo, b-tag, ottimizzazione dell'analisi, tecniche di analisi multivariata. Interpretazione e statistica, errori</i>			SI	<i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 4 crediti formativi.</i>



n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p>sistematici e statistici, scoperte, limiti, parametrizzazione delle sistematiche, look-elsewhere effect.</p> <p>4) Cinematica, Diagrammi di Feynman: Generatori MC e Geant</p> <p>5) Fisica Elettrodebole: Candele standard (risonanze di bassa massa, bosone W, bosone Z), QCD e Fisica del B, Fisica del quark Top, Fisica del bosone di Higgs, Supersimmetria, Fisica esotica</p> <p>6) Acceleratori futuri e prospettive.</p>				
1 2.	CORSO AVANZATO SUL MODELLO STANDARD	18	primo anno	<p>Il corso si compone di tre parti. Nella prima verranno discusse le basi della cromodinamica quantistica (QCD) perturbativa e la sua applicazione alla fisica dei collisori. Nella seconda</p>			SI	Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire 20 crediti formativi

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>parte verra' discussa la QCD sul reticolo e l'applicazione alla fisica del sapore. In particolare: La regolarizzazione sul reticolo, l'azione di QCD sul reticolo, simulazioni Monte Carlo e importance sampling, calcolo delle funzioni di correlazione, errori sistematici. Inoltre, la fisica del sapore sul reticolo, le masse dei quark, l'angolo di Cabibbo, il test di unitarietà, e l'analisi del triangolo unitario. La terza parte riguarda la Fisica elettrodebole. Dopo una rassegna del Modello standard verra' discussa la sua rinormalizzazione ed in particolare gli schemi on-shell ed a sottrazione minima. Verranno poi</i></p>				<p><i>vi durante il loro primo anno. Il corso vale 3 crediti formativi.</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>discussi alcuni aspetti della Fisica di precisione quali il g-2 del muone, la determinazione indiretta delle masse del top e dell'Higgs ed i vincoli teorici sulla massa dell'Higgs.</i>				
1 3.	<i>ELEMENTI DI TEORIA DEI GRUPPI E TEORIE DI GRANDE UNIFICAZIONE</i>	18	<i>primo anno</i>	<i>La teoria dei gruppi SU(N): generatori, rappresentazioni fondamentali, prodotti tensore. Il gruppo SU(5): campi di materia e rappresentazione dei bosoni vettori. I campi di Higgs ed il settore scalare. Rottura spontanea di SU(5) al Modello Standard. Predizioni di SU(5) minimale: quantizzazione della carica, l'angolo di Weinberg ed il decadimento del protone. Masse dei fermioni in SU(5). Questioni aperte in SU(5) ed</i>			SI	<i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 3 crediti formativi</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>introduzione a SO(10). Rappresentazioni spinoriali, masse dei fermioni e mescolamento in SO(10). Il problema delle masse dei neutrini ed il meccanismo ad alta energia.</i>				
1 4.	<b>FISICA NUCLEARE APPLICATA</b>	12	<i>primo anno</i>	<i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti: a) Metodi radiometrici b) Misure e incertezze nei metodi radiometrici. C) Applicazioni: modelli di trasporto atmosferico, non-proliferazione nucleare</i>			SI	<i>Questo e' uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</i>
1 5.	<b>DINAMICA DEI LIQUIDI E TEORIE PER LA TRANSIZIONE VETROSA</b>	18	<i>primo anno</i>	<i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti: a) Funzioni di correlazione dinamiche: funzione di Van Hove, funzioni intermedie</i>			SI	<i>Questo e' uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per</i>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<p><i>di scattering, fattore di struttura dinamico, tempo di rilassamento, scarto quadratico medio, coefficiente di diffusione.</i></p> <p><i>b) Dinamica di liquidi normali: moto browniano, forma dei correlatori per il moto browniano.</i></p> <p><i>c) Dinamica di liquidi sottoraffreddati e transizione vetrosa: fenomenologia, forma dei correlatori dagli esperimenti.</i></p> <p><i>d) Teoria di Mode Coupling (MCT) per la dinamica vetrosa: formulazione analitica, predizioni per i correlatori, esponenti della MCT, andamento del tempo di rilassamento non-Arrhenius, vetri fragili.</i></p> <p><i>e) Sottoraffreddamento profondo: fenomeni di</i></p>				<p><i>acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 3 crediti formativi</i></p>

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>hopping e arresto strutturale, andamento del tempo di rilassamento di tipo Arrhenius, vetri forti</i> <i>f) Risultati di simulazione: primo esempio di verifica di dinamica vetrosa del tipo MCT dalle simulazioni : Kob e Andersen Lennard Jones Binary Mixture, acqua sottoraffreddata e comportamento MCT.</i>				

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

**Totale ore medie annue:** 78 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 15

Di cui è prevista verifica finale: 15

**Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)
1.	<i>Seminari</i>	<i>E' richiesto ai dottorandi del primo anno di organizzare un journal club nel quale essi illustrano agli altri dottorandi (di tutti i cicli) la loro attivita' di ricerca svolta durante la tesi magistrale.</i>
2.	<i>Seminari</i>	<i>Per favorire una conoscenza il piu' possibile ampia dei vari aspetti della Fisica e' richiesto ai dottorandi di tutti i cicli di attendere i Colloqui di Fisica che si svolgono mensilmente presso il Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Universita' di Roma Tre</i>

## Soggiorni di ricerca

		<b>Periodo medio previsto (in mesi per studente):</b>	<b>periodo minimo previsto (facoltativo)</b>	<b>periodo massimo previsto (facoltativo)</b>
<b>Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)</b>	<i>SI</i>	<i>mesi 6</i>		
<b>Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)</b>	<i>SI</i>	<i>mesi 6</i>		
<b>Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)</b>	<i>SI</i>	<i>mesi 6</i>		

## 6. Strutture operative e scientifiche

<b>Tipologia</b>	<b>Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)</b>
<b>Attrezzature e/o Laboratori</b>	<i>Il corso di dottorato avrà il supporto dei laboratori presenti nel Dip. di Matematica e Fisica. In particolare del "Laboratorio Alte Energie" dell'INFN. Tale laboratorio e' dedicato allo sviluppo di rivelatori e allo studio di tecniche e metodi sperimentali nel settore della fisica delle particelle e delle astroparticelle. Il "Laboratorio di Elettronica" e l'Officina Meccanica costituiscono ulteriori strutture dell'INFN in grado di sostenere anche le attivita' necessarie al corso di dottorato.</i>
<b>Patrimonio librario</b>	<i>consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso</i> <i>La Biblioteca d'Area Scientifico Tecnologica con sito web: <a href="https://sba.uniroma3.it/biblioteche/biblioteca-di-area-scientifica-biblioteca-di-area-tecnologica/">https://sba.uniroma3.it/biblioteche/biblioteca-di-area-scientifica-biblioteca-di-area-tecnologica/</a> ha una collezione di monografie cartacee quantificabile attorno ai 23.000 volumi ai quali si affiancano piu' di 5000 ebook dei più importanti editori internazionali come Springer, Wiley, Cambridge University press, Elsevier, Morgan &amp; Claypool.</i>
	<i>abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)</i> <i>La Biblioteca ha in abbonamento n. 34 testate di periodici nelle aree della matematica e della fisica, alle quali si aggiungono le migliaia di riviste acquistate dal Sistema bibliotecario di Ateneo come quelle degli editori ACS, Elsevier, Springer e Taylor&amp;Francis.</i> <i>Le risorse elettroniche sono interrogabili attraverso il</i>

Tipologia		Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
		Roma Tre Discovery <a href="https://discovery.sba.uniroma3.it">https://discovery.sba.uniroma3.it</a> o consultando elenchi alfabetici e disciplinari via: <a href="https://sba.uniroma3.it/risorse/risorse-elettroniche">https://sba.uniroma3.it/risorse/risorse-elettroniche</a>
E-resources	<b>Banche dati</b> (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	Le banche dati sono accessibili dal sito <a href="https://sba.uniroma3.it/risorse/risorse-elettronich/risorse-elettroniche-elenco-per-categorie-disciplinari/risorse-elettroniche-scienze/D'interesse%20per%20il%20dottorato%20in%20fisica%20sia%20banche%20dati%20multidisciplinari%20come%20Web%20of%20Science%20o%20Scopus,%20che%20tematiche%20come%20IEEE%20e%20MathSciNet">https://sba.uniroma3.it/risorse/risorse-elettronich/risorse-elettroniche-elenco-per-categorie-disciplinari/risorse-elettroniche-scienze/D'interesse per il dottorato in fisica sia banche dati multidisciplinari come Web of Science o Scopus, che tematiche come IEEE e MathSciNet</a> .
	<b>Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti</b>	L'ateneo ha un contratto campus per il software Mathematica, nell'ambito del quale ogni ricercatore, studente e dottorando può avere una propria licenza d'uso. Sito web: <a href="https://www.uniroma3.it/servizi/servizi-al-personale/servizi-informatici-e-telematici/software-in-convenzione/">https://www.uniroma3.it/servizi/servizi-al-personale/servizi-informatici-e-telematici/software-in-convenzione/</a>
	<b>Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico</b>	Il dipartimento e' sede di un nodo di calcolo distribuito "cloud computing" (GRID) e di un cluster di calcolo locale che oltre ad offrire un servizio prioritario ai gruppi finanziatori (INFN e gruppi del Dipartimento) e' in grado di far fronte, sia pure con prioritari minore, a ragionevoli richieste di tempo di calcolo anche da parte di dottorandi non inseriti nei gruppi finanziatori.
<b>Altro</b>		

## 7. Requisiti e modalità di ammissione

Tutte le lauree magistrali:

SI, Tutte

### Attività dei dottorandi

È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato	SI	
È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa	SI	Ore previste: 120
E' previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	SI	Ore previste: 40