

Denominazione corso di dottorato: FISICA

1. Informazioni generali

Corso di Dottorato

| | |
|--|---|
| Il corso è: | Rinnovo |
| Denominazione del corso | FISICA |
| Cambio Titolatura? | NO |
| Ciclo | 39 |
| Durata prevista | 3 ANNI |
| Dipartimento/Struttura scientifica proponente | Matematica e Fisica |
| Presenza di eventuali curricula? | NO |
| Link alla pagina web di ateneo del corso di dottorato | http://matematicafisica.uniroma3.it/dottorato/2021/fisica-dott498/ |

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 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. Le attività formative possono includere anche 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'Università di Roma Tre mira a formare fisici in grado di svolgere attività di ricerca di alta qualificazione, a livello internazionale, presso università, 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 possibilità 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

Vengono proposte due borse a valere sul DM118, entrambe nella tematica PNRR, con particolare attenzione alle missioni 4. Istruzione e ricerca e 2. Rivoluzione verde e transizione ecologica.

La prima si occupa della rivelazione e 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 fermare i neutroni. Sono previsti 6 mesi all'estero (European Spallation Source, Svezia)

La seconda si occupa del monitoraggio geofisico del manto nevoso e dei ghiacciai per la tutela

delle risorse idriche. I dati, le simulazioni e le serie storiche degli ultimi decenni mostrano una significativa riduzione della copertura nevosa e dei ghiacciai, indipendentemente dalla stagione, segno evidente che il riscaldamento globale sta mettendo a dura prova queste componenti della criosfera. In questo contesto, l'Appennino Centrale è di particolare interesse perché svolge un ruolo critico nella circolazione atmosferica che caratterizza la dinamica meteorologica del Mediterraneo e rappresenta un indicatore importante dell'impatto dei cambiamenti climatici in atto alle medie latitudini. Il progetto presente si innesta in un'attività di ricerca che da qualche anno ha visto la collaborazione e la condivisione dei risultati scientifici del nostro gruppo con ricercatori ed esperti di altri atenei ed enti di ricerca. Lo scopo del presente progetto è quello di fornire un quadro il più possibile esaustivo sullo stato della criosfera dell'Appennino centrale e delle Alpi con particolare attenzione alla ricostruzione della distribuzione areale e dei volumi di neve e ghiaccio. In tale progetto, ci si propone, quindi, di studiare lo spessore e l'evoluzione del manto nevoso e dei ghiacciai integrando diversi metodi elettromagnetici di indagine geofisica per ricostruire l'evoluzione climatica recente dell'area. E' previsto un soggiorno di 6 mesi presso l'Universita' di Innsbruck.

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

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

| Cogno me | Nome | Ateneo Proponen te: | Dipartimen to/ Struttura | Qualific a | Settore concursu ale | Are a CU N | Scopus Author ID (obbligato rio per bibliometri ci) | ORCI D ID |
|---------------------|-------------|------------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------------|
| MATT | Giorgio | ROMA TRE | Matematica e Fisica | Professo re Ordinari o | 02/C1 | 02 | 700607983 9 | 0000- 0002- 2152- 0916 |

Curriculum del coordinatore

Nato a Roma il 18 March 1961

Educazione: 1992 Dottorato in Astronomia, Università di Roma La Sapienza - 1985 Laurea in Fisica, Università di Roma La Sapienza

Posizioni lavorative: 2011- Professore Ordinario, Dipartimento di Matematica e Fisica, Università degli Studi Roma Tre, Italy - 1998-2010 Professore Associato, Facoltà di Science, Dipartimento di Fisica, Università degli Studi Roma Tre, Italy - 1995-98 Ricercatore, Facoltà di Science, Dipartimento di Fisica, Università degli Studi Roma Tre, Italy - 1993-95 Ricercatore, IAS/CNR, Italy - 1992-93 Post-doc, Institute of Astronomy, University of Cambridge, U.K.

Incarichi attuali: Co-I della missione IXPE per polarimetria X della NASA/ASI, e co-responsabile del Science Advisory Team – Co-responsabile del gruppo di lavoro "The Close Environment of supermassive black holes" dell'osservatorio per raggi X Athena della European Space Agency (ESA).

Incarichi passati: 2019-20 Responsabile del Panel 2 (Extragalactic) dell'INTEGRAL OTAC (AO17-18) - 2014-2017 Membro dello Space Science Advisory Committee dell'ESA - 2015-17 Membro dello Science Study Team della missione XIPE - 2013-16 Membro del CdA della Università Roma Tre – 2012-18 Membro dello Scientific Team del satellite per astronomia X della NASA NuSTAR, responsabile del gruppo di lavoro "AGN Physics" - 2011-12 Direttore del Dipartimento di Fisica, Università Roma Tre - 2008-10 Membro dell' Astronomy Working Group dell'ESA - 2006-07 Responsabile del panel E2 (AGN) del XMM-Newton OTAC (AO6-7) - 2001-03 Membro del Comitato Scientifico dell'INAF

Didattica: Attualmente insegna Fisica Generale II e Principi di Astrofisica per gli studenti del secondo anno del corso di laurea in Fisica, e Astrofisica degli Oggetti Compatti per gli studenti di dottorato. Nel passato ha anche insegnato Astrofisica Extragalattica e Astrofisica delle Alte Energie.

Ha inoltre insegnato Astrofisica delle Alte Energie in diverse scuole di dottorato nazionali ed internazionali.

E' stato relatore di numerose tesi di laurea e di dottorato.

Ricerca: da quasi 40 anni lavora nel campo della emissione di raggi X nei Nuclei Galattici Attivi (AGN) e nelle binarie X galattiche, sia dal punto di vista teorico sia osservativo. In particolare si è occupato di: le distorsioni indotte da effetti di Relatività Generale sul profilo della riga del ferro emessa da dischi di accrescimento intorno ai buchi neri; la riflessione dei raggi X da parte della materia circumnucleare negli AGN; le caratteristiche delle corone calde negli AGN; le proprietà di polarizzazione della emissione X da parte di oggetti compatti.

E' stato Principal Investigator di numerose proposte di osservazione accettate con tutte le principali missioni per Astronomia X degli ultimi 3 decenni (ROSAT, ASCA, RXTE, BeppoSAX, Chandra, XMM-Newton, Suzaku, NuSTAR), e Co-Investigatore in molte altre. E' stato membro di Time Allocation Committees di satelliti per astronomia X (BeppoSAX, Chandra, XMM-Newton and INTEGRAL, negli ultimi due casi anche come responsabile di panel) e di telescopi ottici (TNG).

E' coresponsabile del Science Advisory Team della missione NASA/ASI IXPE (Imaging X-ray Polarimetry Explorer), la prima missione dedicata allo studio della polarizzazione delle sorgenti cosmiche di raggi X. IXPE è stato lanciato nel Dicembre 2021 e sta fornendo una gran mole di risultati molto interessanti e spesso sorprendenti su diverse classi di sorgenti X.

E' autore o coautore di circa 400 articoli su riviste internazionali con referee di alto impatto, e di numerosi atti di convegno.

E' stato membro numerose volte di Comitati Scientifici di conferenze internazionali. E' stato invitato numerose volte a presentare relazioni di rassegna a conferenze internazionali, e a dare seminari in molte istituzioni scientifiche internazionali. E' spesso chiamato dalle più importanti riviste del settore a valutare articoli inviati per la pubblicazione.

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

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

| n. | Cognome | Nome | Ateneo | Dipartimento / Struttura | Ruolo | Qualifica | Settore concorsuale | Area CUN | SSD |
|-----|------------|---------------|----------|--------------------------|--------------|----------------------------------|---------------------|----------|--------|
| 9. | MARI | Stefano Maria | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | Professore Ordinario (L. 240/10) | 02/A1 | 02 | FIS/01 |
| 10. | MATT | Giorgio | ROMA TRE | Matematica e Fisica | Coordinatore | Professore Ordinario | 02/C1 | 02 | FIS/05 |
| 11. | MATTEI | Elisabetta | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | Professore Associato (L. 240/10) | 02/C1 | 02 | FIS/06 |
| 12. | MELONI | Davide | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | Professore Associato (L. 240/10) | 02/A2 | 02 | FIS/02 |
| 13. | ORESTANO | Domizia | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | Professore Ordinario (L. 240/10) | 02/A1 | 02 | FIS/04 |
| 14. | PETRUCCI | Fabrizio | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | Professore Associato (L. 240/10) | 02/A1 | 02 | FIS/01 |
| 15. | PETTINELLI | Elena | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | Professore Ordinario (L. 240/10) | 02/C1 | 02 | FIS/06 |
| 16. | RAIMONDI | Roberto | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | Professore Ordinario (L. 240/10) | 02/B2 | 02 | FIS/03 |
| 17. | SALAMANNA | Giuseppe | ROMA TRE | Matematica e Fisica | COMPONENTE | 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 |
|----|---------|----------|-----------------------|---------------------------------------|--------|----------------------|--------|---------------------|----------|
| 1. | BLOISE | Caterina | Ente di ricerca (VQR) | Istituto Nazionale di Fisica Nucleare | Italia | Dirigenti di ricerca | FIS/04 | 02/A1 | 02 |
| 2. | PASSERI | Antonio | Ente di ricerca (VQR) | Istituto Nazionale di Fisica Nucleare | Italia | Primi ricercatori | FIS/01 | 02/A1 | 02 |

1-300 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici

Componenti del collegio (Docenti di Istituzioni AFAM)

| n. | Cognome | Nome | Istituzione di appartenenza | Qualifica | Settore artistico - disciplinare | Partecipazione nel periodo 18-22 a gruppi di ricerca finanziati su bandi competitivi | Riferimento specifico al progetto (Dati identificativi del progetto e descrizione) | Ricezione nel periodo 18-22 riconoscimenti a livello internazionale | Descrizione campo precedente |
|----|---------|------|-----------------------------|-----------|----------------------------------|--|--|---|------------------------------|
|----|---------|------|-----------------------------|-----------|----------------------------------|--|--|---|------------------------------|

Componenti del collegio (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)

| n. | Cognome | Nome | Istituzione di appartenenza | Paese | Qualifica | Tipologia (descrizione qualifica) | Area CUN |
|----|---------|------|-----------------------------|-------|-----------|-----------------------------------|----------|
|----|---------|------|-----------------------------|-------|-----------|-----------------------------------|----------|

Dati aggiuntivi componenti (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)**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 | 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: a) | | | 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>Introduzione agli oggetti compatti: nane bianche, stelle di neutroni e buchi neri.</i></p> <p><i>b) Buchi neri: proprietà generali. Metrica di Schwarzschild e Kerr</i></p> <p><i>c) Stelle di neutroni. Pulsars: proprietà generali e meccanismo di emissione. Pulsars come laboratorio della Relatività Generale</i></p> | | | | <p><i>durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</i></p> |
| 2. | <p>EVOLUZIONE DI GALASSIE E AGN AD ALTO REDSHIFT</p> | 18 | <p><i>primo anno</i></p> | <p><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:</i></p> | | | SI | <p><i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisirvi 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 3</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>funzione di massa. Crescita di buchi neri e galassie. AGN: Feedback. Getti radio. Merging e interazione. Struttura su larga scala dell'Universo</i> | | | | <i>crediti formativi.</i> |
| 3. | SPETTROSCOPIA DI PLASMI ASTROFISICI | 12 | <i>primo anno</i> | <i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti: a) Notazione spettroscopica ; Livelli energetici; Transizioni: regole di selezione. b) Processi di base; Bilancio di ionizzazione. c) Righe di emissione. d) Righe di assorbimento; Estinzione da polvere. e) Plasmi fotoionizzati.</i> | | | SI | <i>Questo e' 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.</i> |
| 4. | PYTHON | 12 | <i>primo anno</i> | <i>L'obiettivo del corso e' far acquisire ai dottorandi competenze per l'implementazione al calcolatore di</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>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 e dei dati.</i></p> | | | | <p><i>o scegliere per acquisire e 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 crediti formativi.</i></p> |
| 5. | <p><i>ANALISI DELLE SERIE TEMPORALI</i></p> | 18 | <p><i>primo anno</i></p> | <p><i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1) Si richiamano 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> <i>2) Risposta impulsiva e armonica di un sistema.</i> <i>3) Filtraggio di</i> | | | SI | <p><i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisire e 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>una serie temporale. 4) Serie temporali come campionamenti di un segnale continuo.</i> | | | | |
| 6. | <i>FISICA DEI GHIACCI PLANETARI</i> | 18 | <i>primo anno</i> | <i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti: 1) Il ghiaccio nel Sistema Solare. 2) Tecniche geofisiche per l'esplorazione delle croste ghiacciate nel Sistema Solare. 3) Proprietà elettriche del ghiaccio. 4) Il radar per lo studio dei ghiacci terrestri e planetari. 5) Misure di laboratorio su campioni simulanti ghiacci planetari.</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 3 crediti formativi.</i> |
| 7. | <i>PLANETOLOGIA EXTRASOLARE</i> | 12 | <i>primo anno</i> | <i>Il corso si prefigge lo scopo di descrivere le metodologie sperimentali che hanno permesso di scoprire l'esistenza dei</i> | | | <i>SI</i> | <i>Questo è 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>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:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1) I metodi di ricerca dei compagni planetari di altre stelle oltre il sole.</i> <i>2) Tecniche di osservazione delle atmosfere dei pianeti extrasolari.</i> <i>3) Cenni sulla formazione planetaria e sulla teoria della migrazione.</i> <i>4) Principali risultati ottenuti nella ricerca dei pianeti extrasolari.</i> <i>5) La fisica dei pianeti giganti</i> | | | | <p><i>scegliere per acquisire 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 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 |
|----|--------------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|---|-----------------|--|
| | | | | <p><i>(Giove e Saturno come termini di paragone) e delle Brown Dwarfs.</i></p> <p><i>6) La fisica dei pianeti terrestri e rocciosi, storia evolutiva della terra.</i></p> <p><i>7) Il concetto di zona di abitabilità.</i></p> <p><i>8) Ricerca della vita nel Sistema Solare.</i></p> | | | | |
| 8. | PROBLEMI INVERSI IN GEOFISICA | 12 | primo anno | <p><i>Il corso consiste in una introduzione ai metodi di inversione in ambito geofisico.</i></p> <p><i>IL corso tratterà sia della risoluzione di problemi lineari sia di quelli non lineari attraverso approcci deterministici quali il metodo dei minimi quadrati, la SVD, e tecniche di regolarizzazione così come approcci puramente probabilistici come i metodi</i></p> | | | SI | <p><i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisirvi 20 crediti formativi durante il loro primo anno. Il corso vale 2 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 |
|----|---------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|---|-----------------|--|
| | | | | <p><i>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> | | | | |
| 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"> <i>1) Equazioni di diffusione accoppiate per le densità di carica e spin</i> <i>2) Effetto di magnetoresistenza gigante (GMR)</i> <i>3) Accoppiamento di spin orbita in metalli e semiconduttori (Rashba, Dresselhaus, etc.)</i> <i>4) Effetto spin Hall estrinseco</i> <i>5) Effetto spin Hall intrinseco</i> <i>6) Grafene e Isolanti Topologic</i> | | | SI | <p><i>Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere e per acquisirvi 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 |
|-----|----------------------------------|--|---|--|-------------------------------------|---|-----------------|--|
| 10. | FISICA DEL SAPORE - SPERIMENTALE | 12 | primo anno | <p>Nel corso verranno discussi i seguenti argomenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sapore e bosone di Higgs. - Matrice CKM. - Fisica del sapore oltre il modello standard - Violazione del sapore leptonic. - Introduzione alla violazione di CP. - Violazione di CP. Misura sperimentale in NA48 e KLOE. - Misura dell'angolo di Cabibbo per decadimenti di kaoni neutri e carichi. - Decadimenti di kaoni rari e molto rari. - Il meccanismo GIM e l'osservazione del quark charm. - Vita media degli adroni charm. - Decadimenti del sapore leptonic e semileptonic. - Mixing di mesoni D. | | | 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> |

| 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 |
|----|---------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|---|-----------------|------|
| | | | | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Asimmetrie nel decadimento dei mesoni charm</i> - <i>Acceleratori ed esperimenti per studi di b physics.</i> - <i>Mixing di mesoni B e violazione di CP.</i> - <i>Misura di angoli e lati del triangolo unitario b.</i> - <i>Misurazione sperimentale del mixing di Bd e Bs.</i> - <i>Vite medie degli adroni B</i> - <i>Ricerca di nuova fisica con decadimenti dei mesoni B e D.</i> - <i>Il sapore leptonic nel modello standard.</i> - <i>LFV oltre la SM.</i> - <i>Mu-\rightarrow e gamma e l'esperimento MEG.</i> - <i>Prospettive future: proposta Mu2E</i> - <i>Decadimento del Tau LFV nelle fabbriche B.</i> - <i>Momenti di dipolo elettrico</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>nella fisica BSM e loro misura.</i> | | | | |
| 1 | <i>FISICA DELLE ALTE ENERGIE ALLE MACCHINE ACCELERATRICI ADRONICHE</i> | 24 | <i>primo anno</i> | <p><i>Nel corso verranno discussi i seguenti argomenti:</i></p> <p><i>1) Fisica degli acceleratori, rivelatori: trigger, rivelatori di tracce, calorimetri, spettrometro di Muoni, monitor di luminosità.</i></p> <p><i>2) Ricostruzione di oggetti: tracce, getti, elettroni e fotoni, muoni, energia mancante.</i></p> <p><i>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></p> | | | <i>SI</i> | <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</p> | | | SI | Questo è uno dei possibili corsi che i dottorandi possono scegliere per acquisir |

| 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>alla fisica dei collisori. Nella seconda parte verrà 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 verrà discussa la sua rinormalizzazi</i></p> | | | | <p><i>e 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 |
|---------|---|--|---|---|-------------------------------------|---|-----------------|--|
| | | | | <p>one ed in particolare gli schemi on-shell ed a sottrazione minima. Verranno poi 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.</p> | | | | |
| 1 3. | ELEMENTI DI TEORIA DEI GRUPPI E TEORIE DI GRANDE UNIFICAZIONE | 18 | primo anno | <p>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,</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 3 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>l'angolo di Weinberg ed il decadimento del protone. Masse dei fermioni in SU(5). Questioni aperte in SU(5) ed 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></p> | | | | |
| 1 4. | COMUNICARE LA SCIENZA | 18 | primo anno | <p><i>Il corso si basa su attività pratiche e laboratori, a partire dall'analisi di casi studio di comunicazione scientifica che saranno presentati e discussi in italiano e / o in inglese (a seconda del contenuto). In seguito ci si concentrerà sulla comunicazione orale della scienza, dalle tecniche per parlare in</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 anno. Il corso vale 3 crediti</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>pubblico alla preparazione dei materiali da presentare.</i> | | | | <i>formativi</i> |
| 1 5. | <i>DINAMICA DEI LIQUIDI E TEORIE PER LA TRANSIZIONE VETROSA</i> | 18 | <i>primo anno</i> | <i>Il programma del corso si articola nei seguenti argomenti: a) Funzioni di correlazione dinamiche: funzione di Van Hove, funzione e intermedia di scattering, fattore di struttura dinamico, tempo di rilassamento, scarto quadratico medio, coefficiente di diffusione. b) Dinamica di liquidi normali: moto browniano, forma dei correlatori per il moto browniano. c) Dinamica di liquidi sottoraffreddati e transizione vetrosa: fenomenologia, forma dei correlatori dagli esperimenti. d) Teoria di</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 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 |
|----|---------------------------------|--|---|---|-------------------------------------|---|-----------------|------|
| | | | | <p><i>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 hopping e arresto strutturale, andamento del tempo di rilassamento di tipo Arrhenius, vetri forti</i></p> <p><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></p> | | | | |

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

Totale ore medie annue: 80 (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) | Eventuale curriculum di riferimento |
|----|------------------|---|-------------------------------------|
| 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> | |

5. Posti, borse e budget per la ricerca

Soggiorni di ricerca

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

Note

6. Strutture operative e scientifiche

Strutture operative e scientifiche

| Tipologia | Descrizione sintetica (<i>max 500 caratteri per ogni descrizione</i>) |
|------------------------------------|---|
| Attrezzature e/o Laboratori | <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> |
| Patrimonio librario | <p data-bbox="349 629 608 757">consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso</p> <p data-bbox="651 629 1370 949"><i>La Biblioteca d'Area Scientifico Tecnologica con sito web: https://sba.uniroma3.it/biblioteche/biblioteca-di-area-scientifica-biblioteca-di-area-tecnologica/ 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 & Claypool.</i></p> |
| | <p data-bbox="349 972 608 1167">abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)</p> <p data-bbox="651 972 1370 1328"><i>La Biblioteca ha in abbonamento circa 40 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&Francis. Le risorse elettroniche sono interrogabili attraverso il Roma Tre Discovery https://discovery.sba.uniroma3.it o consultando elenchi alfabetici e disciplinari via: https://sba.uniroma3.it/risorse/risorse-elettroniche</i></p> |
| E-resources | <p data-bbox="349 1350 608 1509">Banche dati (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)</p> <p data-bbox="651 1350 1370 1574"><i>Le banche dati sono accessibili dal sito 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.</i></p> |
| | <p data-bbox="349 1597 608 1756">Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti</p> <p data-bbox="651 1597 1370 1821"><i>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: https://www.uniroma3.it/servizi/servizi-al-personale/servizi-informatici-e-telematici/software-in-convenzione/</i></p> |
| | <p data-bbox="349 1843 608 1966">Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico</p> <p data-bbox="651 1843 1370 2033"><i>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</i></p> |

| Tipologia | Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione) |
|--------------|---|
| | <i>calcolo anche da parte di dottorandi non inseriti nei gruppi finanziatori.</i> |
| Altro | |

Note

7. Requisiti e modalità di ammissione

Requisiti richiesti per l'ammissione

Tutte le lauree magistrali: *SI, Tutte*

se non tutte, indicare quali:

Altri requisiti per studenti stranieri: *(max 500 caratteri):
Titolo di studio equivalente alla laurea magistrale*

Eventuali note

Modalità di ammissione

Modalità di ammissione

- Titoli
- Prova orale

Per i laureati all'estero la modalità di ammissione è diversa da quella dei candidati laureati in Italia? *NO*

se SI specificare:

Attività dei dottorandi

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