

**MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA**

Modulo Proposta Accreditamento dei dottorati - a.a. 2023/2024  
codice = DOT1308070

**Denominazione corso di dottorato: FISICA****1. Informazioni generali****Corso di Dottorato**

Il corso è:	Rinnovo	
Denominazione del corso	FISICA	
Cambio Titolatura?	NO	
Ciclo	39	
Data presunta di inizio del corso	01/08/2023	
Durata prevista	3 ANNI	
Dipartimento/Struttura scientifica proponente	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	
Numero massimo di posti per il quale si richiede l'accreditamento ai sensi dell'art 5 comma 2, DM 226/2021	30	
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?	SI	
Link alla pagina web di ateneo del corso di dottorato	<a href="http://www.dfa.unict.it/content/dottorato-fisica">http://www.dfa.unict.it/content/dottorato-fisica</a>	

**Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso****Descrizione del progetto:**

Il Dottorato in Fisica dell'Università di Catania è ininterrottamente operativo sin dai primi anni '80, essendo già accreditato sin dal primo Ciclo di dottorato in Italia. Il progetto che ne sta alla base si è naturalmente adattato all'evoluzione della conoscenza e delle esigenze dei giovani e della società, mantenendosi comunque coerente all'idea di dovere fornire ai propri allievi una rigorosa preparazione scientifica ed un alto grado di competenze unito ad una spiccata flessibilità professionale. Da sempre, al centro del progetto è presente l'esigenza di costituire un centro di alta formazione che fosse anche volano per il territorio trattando i troppi talenti spinti ad emigrare da una economia locale ancora depressa.

A tale scopo sono stati attivati diversi percorsi con profili specifici e con chiari obiettivi formativi, da quelli relativi alla ricerca di base, sia sperimentale che teorica (in fisica nucleare e subnucleare, fisica teorica delle interazioni fondamentali e tecnologie quantistiche, astrofisica nucleare e particellare), a quelli di interesse più applicativo (fisica applicata), con implicazioni nelle aree di intervento sotto elencate: elettronica, fisica ambientale, biofisica, fisica medica e radioprotezione. Notevole è l'attenzione verso i progetti in partenariato con aziende, finalizzati allo sviluppo di tecnologie di interesse comune, così come l'attenzione all'attrazione di talenti provenienti dall'estero e al grado di internazionalizzazione raggiunto dai dottorandi.

**Obiettivi del corso:**

Obiettivo del Dottorato di Ricerca in Fisica è formare giovani, dotati di una solida e vasta preparazione di base ed esperti in settori avanzati della Fisica e delle sue applicazioni, da inserire in attività di ricerca di alta qualificazione presso Università, Centri di Ricerca, Enti pubblici, soggetti privati in settori produttivi avanzati. Obiettivo primario del corso di Dottorato è dunque quello di sviluppare una capacità critica, fondata su rigore e competenza, che consenta di affrontare e risolvere problemi aperti nell'ambito della ricerca in fisica fondamentale ed applicata e nell'ambito dei processi tecnologici innovativi d'interesse per l'industria, mantenendo sempre un corretto approccio scientifico ed un atteggiamento di apertura all'interdisciplinarietà. Il Dottorato in Fisica dell'Università di Catania vuole essere un polo attrattore anche per i talenti provenienti dall'estero e dai paesi emergenti. Allo stesso tempo vuole che i propri allievi raggiungano un alto grado di internazionalizzazione e di autonomia scientifica, in piena parità di genere. Un obiettivo di particolare importanza è il conseguimento di avanzate competenze digitali. Tra le competenze trasversali che il dottorato intende fare acquisire ai propri allievi centrali sono quelle linguistiche.

**Sbocchi occupazionali e professionali previsti**

Gli sbocchi occupazionali e professionali previsti spaziano da quelli più precipuamente connessi con l'attività di ricerca accademica, sia di base che applicata ed interdisciplinare (posizioni di post-dottorato in università italiane e straniere ed in enti di ricerca italiani e internazionali, che segnano l'inizio del cursus honorum verso

posizioni permanenti) a quelli nell'ambito dei reparti di ricerca e sviluppo delle industrie italiane e di quelle multinazionali.

Ulteriori sbocchi indirizzano alle posizioni di alto livello tecnologico deputate al funzionamento e all'aggiornamento delle complesse attrezzature caratteristiche dei laboratori moderni, sia universitari, che industriali che degli enti di ricerca, la cui gestione e ottimizzazione è possibile solo a coloro che hanno acquisito una profonda conoscenza e comprensione degli obiettivi scientifici e tecnologici per i quali tali attrezzature sono progettate.

Inoltre risultano alla portata dei dottori di ricerca in fisica tutte quelle occupazioni nelle quali la soluzione di problemi complessi, di varia natura, risulta essere di importanza centrale; la metodologia dell'indagine scientifica, acquisita durante tutto il corso di studi in fisica ed in particolare durante il dottorato di ricerca, consentirà loro di trovare soluzioni creative in ambiti anche esterni a quello fisico, come quello delle analisi finanziarie e dell'andamento dei mercati azionari e obbligazionari, che traggono vantaggio dalla capacità di modellizzazione e di simulazione numerica sviluppata dai dottorandi nel corso della loro attività studio e di ricerca.

#### **Sede amministrativa**

<b>Ateneo Proponente:</b>	Università degli Studi di CATANIA
<b>N° di borse finanziate</b>	15
<b>di cui DM 117 (Investimento 3.3):</b>	2
<b>di cui DM 118 (Investimento 3.4):</b>	
<b>di cui DM 118 (Investimento 4.1 generici):</b>	3
<b>di cui DM 118 (Investimento 4.1 P.A.):</b>	
<b>di cui DM 118 (Investimento 4.1 Patrimonio culturale):</b>	
<b>Sede Didattica</b>	Catania

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

Il Dottorato di Ricerca in Fisica dell'Università di Catania produce competenze e capacità di innovazione scientifica e tecnologica, all'interno del territorio siciliano, che contribuiscono fortemente a superare i perduranti divari territoriali, le disparità di genere, e a dare impulso a una efficace transizione ecologica. Le tematiche didattiche di ricerca affrontate sono coerenti con il PNRR, in particolare sono volte ad apportare un significativo sviluppo della conoscenza per le aree a vocazione tecnologica. Le tematiche sono altresì volte a favorire la transizione digitale, contribuendo alla riprogettazione e semplificazione dei modelli organizzativi e all'adozione delle tecnologie digitali al fine di garantire una maggiore efficacia ed efficienza dei sistemi produttivi complessi all'interno del territorio. In prospettiva risultano di ampio interesse strategico le attività di ricerca svolte nel settore del calcolo quantistico, a cui uno dei quattro curricula di questo dottorato, quello in Fisica teorica delle interazioni fondamentali e delle tecnologie quantistiche, fa diretto riferimento. Le ricerche sulla fisica medica e sui nuovi materiali per le celle solari sono altri esempi di piena coerenza con gli obiettivi del PNRR.

L'istruzione e la ricerca promosse da questo dottorato incidono positivamente sulle economie basate sulla conoscenza, come è e sempre più deve diventare quella italiana. Esse sono determinanti anche per favorire una sana integrazione del sistema ricerca con il sistema produttivo.

#### **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

(indicare i soggetti partecipanti al consorzio/convenzione):

con

- 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>	<i>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare</i>
<b>Sito Web</b>	<i>WWW.INFN.IT</i>
<b>Descrizione dotazione strutture e attrezzature scientifiche dell'Ente</b>	<i>Essendo l'INFN un Ente Pubblico di Ricerca operante su tutto il territorio nazionale, sarà possibile per i dottorandi in Fisica di Catania, usufruire delle strutture di ricerca proprie dell'INFN: 4 (quattro) Laboratori Nazionali e 20 (venti) Sezioni convenzionate con 20 (venti) diverse Università Italiane che le ospitano. In particolare già nel territorio del Comune di Catania insistono sia il Laboratorio Nazionale del Sud che la Sezione INFN di Catania, entrambe dotate di infrastrutture di ricerca e di calcolo avanzate: acceleratori, camere bianche, laboratori di fisica medica, ambientale, nucleare, particellare, centri di calcolo numerico, per applicazioni di fisica sperimentale e teorica, di tecnologie quantistiche e di quantum computing.</i>
<b>Consortziato/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>10/05/2023</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="#">CONVENZIONE PER DOTTORATO-INFNCT Cicli_XXXIX-XLI_verFINALE_signed-signed.pdf</a>

**Imprese (ACCREDITAMENTO AI SENSI DEL DM 226/2021)**

<b>Nome dell'impresa</b>	
<b>C.F./P.IVA **</b>	
<b>Sito Web e/o Indirizzo sede legale</b>	
<b>Paese</b>	
<b>Consortziato/Convenzionato</b>	
<b>Sede di attività formative</b>	
<b>N. di borse finanziate o per le quali è in corso la richiesta di finanziamento</b>	
<b>Importo previsto del finanziamento per l'intero ciclo</b>	
<b>Data sottoscrizione convenzione/consorzio</b>	
<b>N. di cicli di dottorato coperti dalla convenzione</b>	
<b>PDF Convenzione (se consorzio l'Atto costitutivo e statuto) o finanziamento accordato per i dottorati in forma non associata. (*)</b>	
<b>Ambito di attività economica dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&amp;S</b>	
<b>Qualora l'impresa consortziata/convenzionata per la forma associata ai fini dell'accreditamento ai sensi del DM 226/2021 sia la stessa che cofinanzia ai sensi del DM 117/2023 PNRR (I.3.3), il sistema, inserita la risposta "SI", riporterà in automatico i dati anagrafici dell'impresa in questione all'interno della sezione "Imprese partner ai sensi del DM 117/2023 (sezione PNRR cofinanziamento al 50%)" richiedendo l'inserimento dei dati mancanti.</b>	
<b>In tal caso si precisa che il dato inserito "N. di borse finanziate o per le quali è in corso la richiesta di finanziamento" ai sensi del DM 226/2021 è da intendersi comprensivo della/e borsa/e DM 117/2023 - I. 3.3 PNRR.</b>	

(\*) campo obbligatorio

**Imprese partner ai sensi del DM 117/2023 (sezione PNRR cofinanziamento al 50%)**

n.	Nome dell'impresa	Forma Giuridica	C.F./P.IVA **	Sito Web e/o Indirizzo sede legale	Paese	Codice ATECO **	Ambito di attività economica dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&S	N. di borse che intende cofinanziare (DM 117/2023)	Importo previsto del cofinanziamento per l'intero ciclo
1.	<i>STLab srl</i>	<i>Società a responsabilità limitata</i>			IT		<i>Sviluppo di nuovi sensori in Carburo di Silicio (SiC) per applicazioni in ambienti ostili, con focus specifico nel monitoraggio e dosimetria di fasci di elettroni per radioterapie a alti doserate</i>	<i>1.00</i>	<i>30000</i>
2.	<i>HB 11 ENERGY</i>	<i>Private Company</i>			AU		<i>Advanced schemes to enhance the laser-triggered p-11B Fusion reaction in plasma for energy applications</i>	<i>1.00</i>	<i>30000</i>

(\*\*) CF/P.IVA e CODICE ATECO sono obbligatori se l'impresa è in Italia

**Borse PNRR 117 - impresa/e in corso di definizione**

<b>Totale Borse PNRR 117</b>	2	
<b>Borse PNRR 117 cofinanziate da imprese</b>	2	
<b>Borse PNRR 117 - impresa/e in corso di definizione</b>		

**Informazioni di riepilogo circa la forma del corso di dottorato**

<b>Dottorato in forma non associata</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con Università italiane</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con Università estere</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con enti di ricerca italiani e/o esteri</b>	SI
<b>Dottorato in forma associata con Istituzioni AFAM</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con Imprese</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata – Dottorato industriale (DM 226/2021, art. 10)</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con pubbliche amministrazioni, istituzioni culturali o altre infrastrutture di R&amp;S di rilievo europeo o internazionale</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata – Dottorato nazionale (DM 226/2021, art. 11)</b>	NO

**2. Eventuali curricula****Curriculum dottorali afferenti al Corso di dottorato**

n.	Denominazione Curriculum	Breve Descrizione
1.	<b>FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE</b>	Questo curriculum è teso a permettere l'acquisizione di competenze di alto livello nella ricerca sperimentale nucleare e subnucleare. La fisica nucleare è da sempre uno degli argomenti della ricerca condotta all'Università di Catania. Già 1955 il Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia (CSFNMS) ha acquistato per l'Università di Catania un acceleratore Van de Graaf da 2 MV. Circa venti anni dopo l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), che era già presente con una sua sezione all'interno dell'ateneo catanese, ha deciso di installare a Catania uno dei suoi laboratori nazionali, il Laboratorio Nazionale del Sud (LNS). Le competenze di Fisica Nucleare sperimentale sono conseguentemente molto radicate all'interno del Collegio dei Docenti, così come quelle che riguardano la fisica subnucleare. In particolare il gruppo di Fisica delle Particelle presente all'interno del Collegio dei Docenti partecipando agli esperimenti CMS e LHC presso l'acceleratore LHC, e al progetto RD_FCC.
2.	<b>FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE</b>	Questo curriculum permette agli allievi di orientamento teorico di addestrarsi alla ricerca nei numerosi ambiti teorici presenti nella sede a partire dalla scala cosmologica a quella delle particelle elementari (cosmologia inflazionaria, Modello Standard, teoria quantistica dei campi, QCD, superfluidità, quantum information), passando attraverso il livello mesoscopico rappresentato dalla fisica dello stato solido (meccanica dei solidi, dinamica dei fluidi, struttura elettronica dei materiali, teorie del caos e della complessità, teoria delle reti complesse, etc.), fino alle più recenti applicazioni dei modelli fisici a campi apparentemente distanti di orientamento multidisciplinare. La Fisica Teorica ha un ruolo trainante anche negli studi sulla della materia condensata, dedicati alle proprietà della materia e della radiazione in condizioni "estreme", di temperature ultra basse o di altissima pressione e tensione. L'impressionante progresso degli ultimi anni ha portato alla sintesi di strutture a stato solido complesse, come le reti quantistiche di atomi artificiali e a scoprire nuovi materiali come la graphene o la materia topologica, la cui fisica è dominata dalla coerenza quantistica. Tutti questi campi di ricerca teorica sono attivi all'interno del Collegio dei Docenti con diversi gruppi di fisici teorici impegnati in collaborazioni internazionali con altri atenei e centri di ricerca nel mondo.
3.	<b>ASTROFISICA</b>	Questo curriculum avvia alla ricerca i giovani che intendono acquisire alte competenze nei settori dell'astrofisica osservativa, della fisica astroparticellare e della astrofisica nucleare, dai cui ambiti provengono sia conoscenze fondamentali sulla natura dell'Universo e dei sistemi stellari e planetari, che profonde ricadute sulla conoscenza del nostro pianeta e del suo ecosistema, ma anche sullo sviluppo di tecnologie innovative sia in ambito spaziale che terrestre. Molto spinta è ad esempio la ricerca sperimentale condotta dai componenti del Collegio dei Docenti nel campo della dinamica stellare. L'attività sperimentale è condotta anche attraverso la misura diretta delle sezioni d'urto nucleari di interesse astrofisico condotta sia presso i Laboratori Nazionali del Sud (LNS-INFN) di Catania, che in altri laboratori nazionali (Padova, Napoli, Frascati) ed internazionali (Riken-Tokyo, ASCR-Praga, TAMU-College Station, FSU-Thalasssee, CIAE-Beijing). Menzione meritano anche gli esperimenti sullo studio dei raggi cosmici, condotti entro il Collegio dei Docenti, così come quelli sullo studio dei neutrini e delle loro interconnessioni multi messaggero.
4.	<b>FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI</b>	Questo curriculum è orientato a formare giovani ricercatori in fisica applicata. Immediati campi di applicazione della Fisica sono l'Energia, la Salute, l'Ambiente, il Patrimonio Culturale e l'Agricoltura Intelligente. Per quanto concerne l'energia, ampie applicazioni vengono dalle ricerche sui materiali per il solare e dall'energia nucleare, proveniente dalla fissione o dalla fusione. Il settore delle tecnologie nucleari è anche la base per una vasta gamma di applicazioni nel settore medico (es. medicina nucleare, risonanza magnetica, trattamento adronico

n.	Denominazione Curriculum	Breve Descrizione
		del cancro), nell'analisi dei materiali, nell'ambito della fisica ambientale e in quello dei beni culturali. Diversi membri del Collegio dei Docenti sono interamente dedicati alle ricerche in Fisica Applicata, mentre molti altri sono impegnati nel trasferimento tecnologico delle tecnologie usate nelle loro ricerche di base verso gli ambiti della Fisica Applicata. Questo vale anche nel caso della Fisica Teorica, che vede ricadute dirette nel quantum computing e nelle tecnologie quantistiche. Molto ampie sono le sovrapposizioni tra le le ricerche di Fisica Applicata e gli obiettivi del PNRR.

### 3. Collegio dei docenti

#### Coordinatore

Cognome	Nome	Ateneo Proponente:	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID
LAMIA	Livio	Università degli Studi di CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	8429566700	

#### Curriculum del coordinatore

Livio Lamia  
Professore Associato 02/A1-FIS/01  
Dipartimento di Fisica e Astronomia "E. Majorana", Univ. di Catania

#### Interessi di ricerca

Il dott. L. Lamia svolge attività di ricerca nel campo dell'astrofisica nucleare sperimentale con particolare riferimento alla misura di sezioni d'urto di reazioni nucleari di interesse per l'astrofisica tramite metodi indiretti. Responsabile nazionale per l'esperimento ASFIN\_2 (INFN-CSNIII) e incaricato di ricerca INFN, svolge attività di ricerca presso i Laboratori Nazionali del Sud di Catania (INFN-LNS) con collaborazioni nazionali ed internazionali. Ad oggi, conta più di 200 pubblicazioni e presenta un h-index=40 (ISIWEB, Marzo 2023).

#### Posizioni, ruoli, incarichi

- 1) Da aprile 2023 - ad oggi: Coordinatore del dottorato di ricerca in Fisica
- 2) Da marzo 2021 - ad oggi: Professore associato (seconda fascia), SC 02/A1, SSD FIS/01, DFA, Univ. di Catania;
- 3) Da aprile 2021 - ad oggi: Delegato del direttore per didattica esterna erogata presso il DIEEI-UniCT;
- 4) Da aprile 2022 - ad oggi: Delegato del direttore per organizzazione "Science Colloquia", DFA-UniCT;
- 5) Da marzo 2018-marzo 2021: Ricercatore a tempo determinato (RTD-B, art. 24 comma 3-b L. 240/2010) SC 02/A1, SSD FIS/01, DFA, Univ. di Catania;
- 6) gennaio 2020 - ad oggi: Responsabile Nazionale esperimento ASFIN\_2 (CSNIII-INFN);
- 7) ottobre 2018 - ad oggi: Incarico di ricerca presso INFN-LNS (attività di ricerca nel campo dell'astrofisica nucleare sperimentale);
- 8) dicembre 2018 - ad oggi: Membro della Commissione Ricerca del DFA-UniCT;
- 9) novembre 2018 - ad oggi: Membro del Collegio dei Docenti per il Dottorato in Fisica, DFA-UniCT;
- 10) Dal 2003 - ad oggi, Associazione Scientifica INFN-LNS, Gr. III

#### Titoli accademici

- 1) 26 febbraio 2007 - Dottorato di ricerca in Ingegneria Fisica (XIX-ciclo) presso Università degli Studi di Catania, dissertazione finale dal titolo "Problema degli elementi leggeri in astrofisica: fattore astrofisico per reazioni (p, $\alpha$ ) indotte su Be e B. Un contributo ad alcuni problemi di interesse astrofisico";
- 2) 17 luglio 2003 - Laurea in Fisica (Curriculum di Astrofisica e Fisica dello Spazio) presso Università degli Studi di Catania, "Studio della reazione  $11B(p,\alpha)8Be$  ad energie di interesse astrofisico ed il problema della depletion degli elementi leggeri nelle stelle di popolazione I"

#### Abilitazioni

- 1) luglio 2018 - MIUR: Abilitazione Scientifica Nazionale "Attribuzione dell'abilitazione scientifica nazionale alle funzioni di professore di I fascia per il settore concorsuale 02/C1" (Bando 2016 DD n.1532/2016)";
- 2) aprile 2017 - MIUR: Abilitazione Scientifica Nazionale "Attribuzione dell'abilitazione scientifica nazionale alle funzioni di professore di I fascia per il settore concorsuale 02/A1" (Bando 2016 DD n.1532/2016)";
- 3) novembre 2014 - MIUR: Abilitazione Scientifica Nazionale "Attribuzione dell'abilitazione scientifica nazionale alle funzioni di professore di II fascia per il settore concorsuale 02/A1" (Bando 2012 DD n.222/2012)";
- 4) dicembre 2013 - MIUR: Abilitazione Scientifica Nazionale "Attribuzione dell'abilitazione scientifica nazionale alle funzioni di professore di II fascia per il settore concorsuale 02/C1" (Bando 2012 DD n.222/2012)";

#### Responsabilità

- 1) gennaio 2020 - ad oggi: Responsabile Nazionale dell'esperimento ASFIN\_2 (CSN III - INFN);
- 2) giugno 2020 - Giugno 2021: P.I. del Progetto di ricerca Starting Grant per RTD-B "NICO (Neutron in the Cosmos)" bando PIA.CE.RI. 2020-2022;
- 3) dicembre 2010 - Dicembre 2015: "Progetto FIRB 2008, Futuro in Ricerca": Responsabile unità di ricerca per il progetto "Screening elettronico in reazioni di fusione" (MIUR, d.d. 490/ric. Del 3 Agosto 2010), Codice Cineca RBF082838\_002, DFA-UniCT;
- 4) settembre 2021 - ad oggi: "Memorandum of Understanding for research in nuclear astrophysics between INFN-LNS & Jozef Stefan Institute", coordinazione scientifica per INFN-LNS
- 5) da dicembre 2012-oggi: responsabile scientifico per assegni di ricerca, contratti di collaborazione (co.co.co.);
- 6) da aprile 2015-oggi: spokeperson/co-spokeperson di circa 10 esperimenti realizzati in collaborazioni con enti nazionali e internazionali

#### Attività didattica

- 1) ottobre 2019-oggi: insegnamento "Nuclear Astrophysics", corso laurea magistrale in Physics, DFA-UniCT;
- 2) ottobre 2019-oggi: insegnamento "Principi di informatica, matematica e fisica applicati alle biotecnologie", corso di laurea triennale in Biotecnologie, Biometec-UniCT;
- 3) ottobre 2017-oggi: insegnamento "Fisica I", corso di laurea triennale in Ingegneria Industriale, DIEEI-UniCT;
- 4) ottobre 2014-ottobre 2017: insegnamento di "Fisica", corso di laurea in Architettura, SDS Siracusa-UniCT;
- 5) ottobre 2010-oggi: relatore/correlatore di diverse tesi di laurea magistrale in Fisica (o Physics) e tutor per una tesi di dottorato di ricerca in Fisica

#### Attività di formazione e/o ricerca presso qualificati istituti italiani o esteri

- 1) marzo 2017-marzo 2018: assegno di ricerca presso i Laboratori Nazionali del Sud di Catania;

- 2) dicembre 2010 - dicembre 2015: contratto di collaborazione coordinata e continuativa presso DFA-UniCT;  
 3) gennaio 2010-novembre 2010: post-doctoral Position presso EU JRC-IRMM, Geel (Belgio);  
 4) ottobre 2007-ottobre 2009: assegno di ricerca presso i Laboratori Nazionali del Sud di Catania;  
 5) maggio 2007-agosto 2007: post-doctoral position presso il CSNSM-CNRS, Orsay (Francia);  
 6) nov.2003-nov.2006: borsa di studio per dottorandi, Univ. di Catania;  
 7) sett.2003-nov.2003: borsa di studio per laureati in fisica, CSFNSM, Catania;  
 8) sett.2002-sett.2003: borsa di studio per laureandi in fisica, presso INFN-LNS, Catania.

#### Riconoscimenti e premi

- 1) settembre 2008: premio SIF per la seconda migliore comunicazione al congresso nazionale SIF, Genova;  
 2) luglio 2005: premio SIF "Salvatore Cristaldi" per giovani studenti laureati in astrofisica, Catania.

#### Partecipazione/organizzazioni ad incontri di settore

- 1) da maggio 2013, conta più di 10 relazioni su invito a conferenze/scuole/workshop nazionali/internazionali vertenti su tematiche di astrofisica nucleare;  
 2) da settembre 2003, conta più di 25 partecipazioni a conferenze/scuole/workshop nazionali/internazionali;  
 3) da settembre 2009, è tra gli organizzatori della scuola internazionale di astrofisica nucleare "European summer school on experimental nuclear astrophysics";  
 4) da settembre 2009, partecipa attivamente ad eventi di divulgazione scientifica

#### Membro di comitati editoriali

- 1) sett. 2019, Journal of Physics-Conference Series, ISBN 978-2-7598-9096-5, co-editor ;  
 2) sett. 2015, Journal of Physics-Conference Series, ISSN 1742-6588, co-editor;  
 3) sett. 2013, AIP Conference Proceedings, Volume 1595, ISBN 978-0-7354-1229-3, co-editor;  
 4) genn. 2021, Frontiers "Nuclear reactions of astrophysical interest", co-editor;  
 5) ago. 2022, Frontiers, Associate Editor.

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

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Stato conferma adesione	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID (facoltativo)
1.	ALBERGO	Sebastiano Francesco	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Ordinario	02/A1	02	FIS/01	FISICA NUCLEARE E SU...	Ha aderito	35313678000	0000-0001- 7901-4189
2.	AMICO	Luigi	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/B2	02	FIS/03	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	55965453200	
3.	BRANCHINA	Vincenzo	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	02/A2	02	FIS/02	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	6603384817	
4.	BUSCEMI	Mario	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	ASTROFISICA...	Ha aderito	55228396100	
5.	CAPPUZZELLO	Francesco	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/04	FISICA NUCLEARE E SU...	Ha aderito	6602383093	
6.	CARUSO	Rossella	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	ASTROFISICA...	Ha aderito	7102906925	
7.	CHERUBINI	Silvio	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	ASTROFISICA...	Ha aderito	7004677947	
8.	DEL POPOLO	Antonino	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Ricercatore confermato	02/C1	02	FIS/05	ASTROFISICA...	Ha aderito	55916025800	
9.	FALCI	Giuseppe	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/B2	02	FIS/03	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	7004562672	
10.	GRECO	Vincenzo	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A2	02	FIS/02	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	7005048711	
11.	LA ROCCA	Paola	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	FISICA NUCLEARE E SU...	Ha aderito	22834961000	
12.	LAMIA	Livio	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	Coordinatore	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	ASTROFISICA...	Ha aderito	8429566700	
13.	LANZAFAME	Alessandro Carmelo	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/C1	02	FIS/05	ASTROFISICA...	Ha aderito	6701702377	
14.	LANZANO'	Luca	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/D1	02	FIS/07	FISICA APPLICATA E D...	Ha aderito	23004540200	
15.	LEONE	Francesco	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/C1	02	FIS/05	ASTROFISICA...	Ha aderito	14825341400	
16.	LO PRESTI	Domenico	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	FISICA APPLICATA E D...	Ha aderito	57200578987	
17.	LOMBARDO	Ivano	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	FISICA NUCLEARE E SU...	Ha aderito	15737071200	

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Stato conferma adesione	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID (facoltativo)
18.	MOSTACCI	Domiziano	BOLOGNA	Ingegneria Industriale	COMPONENTE	Professore Associato confermato	09/C2	09	ING-IND/18	FISICA APPLICATA E D...	Ha aderito	55926403500	
19.	PALADINO	Elisabetta	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/B2	02	FIS/03	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	6701419143	
20.	PETTA	Catia Maria Annunziata	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	FISICA NUCLEARE E SU...	Ha aderito	35448111300	
21.	PLUMARI	Salvatore	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/A2	02	FIS/02	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	16040480700	
22.	PUGLISI	Giuseppe	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02/C1	02	FIS/05	ASTROFISICA...	Ha aderito	56924810000	
23.	PUMO	Maria Letizia Piera	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02/C1	02	FIS/05	ASTROFISICA...	Ha aderito	12646547500	
24.	RAPISARDA	Giuseppe Gabriele	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Ricercatore a t.d. - t.pieno (art. 24 c.3-b L. 240/10)	02/A1	02	FIS/04	ASTROFISICA...	Ha aderito	6603040199	
25.	RIDOLFO	Alessandro	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/B2	02	FIS/03	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	35847839400	
26.	RIZZO	Francesca Antonia	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	02/A1	02	FIS/04	FISICA APPLICATA E D...	Ha aderito	10039519300	
27.	ROMANO	Stefano	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/04	ASTROFISICA...	Ha aderito	57201605078	
28.	RUFFINO	Francesco	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/B1	02	FIS/01	FISICA APPLICATA E D...	Ha aderito	15760793500	
29.	RUGGIERI	Marco	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	02/A2	02	FIS/02	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	7102391162	
30.	SIRINGO	Fabio Giuseppe	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	02/A2	02	FIS/02	FISICA TEORICA DELLE...	Ha aderito	6701842719	
31.	STELLA	Giuseppe	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	02/D1	02	FIS/07	FISICA APPLICATA E D...	Ha aderito	35075054000	
32.	TRICOMI	Alessia Rita Serena Maria Ausilia	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	02/A1	02	FIS/01	FISICA NUCLEARE E SU...	Ha aderito	7005034817	
33.	TUVE'	Cristina Natalina	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	02/A1	02	FIS/01	FISICA NUCLEARE E SU...	Ha aderito	57193657262	
34.	ZUCCARELLO	Francesca	CATANIA	Fisica ed Astronomia "Ettore Majorana"	COMPONENTE	Professore Associato confermato	02/C1	02	FIS/06	ASTROFISICA...	Ha aderito	55323669300	

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

n.	Cognome	Nome	Codice fiscale	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	P.I. vincitore di bando competitivo europeo*	Codice bando competitivo
1.	AGODI	Clementina		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Primi ricercatori	FIS/04	02/A1	02	FISICA NUCLEARE E SU...	6701521430	NO	
2.	CIRRONE	Giuseppe Antonio Pablo		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Primi ricercatori	FIS/07	02/D1	02	FISICA APPLICATA E D...	6604038461	NO	
3.	GAMMINO	Santo		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Dirigenti di ricerca	FIS/07	02/D1	02	FISICA APPLICATA E D...	9632896500	NO	
4.	LA MAGNA	Antonino		Ente di ricerca (VQR)	Consiglio Nazionale delle Ricerche	Italia	Dirigenti di ricerca	FIS/03	02/B2	02	FISICA TEORICA DELLE...	7003981402	NO	
5.	PAGANO	Isabella		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Astrofisica	Italia	Primi ricercatori	FIS/05	02/C1	02	ASTROFISICA...	6701641557	NO	
6.	PIRRONE	Sara		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Dirigenti di ricerca	FIS/01	02/A1	02	FISICA NUCLEARE E SU...	10039944500	NO	

n.	Cognome	Nome	Codice fiscale	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	P.I. vincitore di bando competitivo europeo*	Codice bando competitivo
7.	RANDAZZO	Nunzio		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Dirigenti di ricerca	FIS/07	02/D1	02	FISICA APPLICATA E D...	6603798359	NO	
8.	SAPIENZA	Piera		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Dirigenti di ricerca	FIS/01	02/A1	02	ASTROFISICA...	7004926271	NO	
9.	VERDE	Giuseppe		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Primi ricercatori	FIS/04	02/A1	02	FISICA NUCLEARE E SU...	7003950537	NO	
10.	VIDANA HARO	Isaac		Ente di ricerca (VQR)	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Italia	Ricercatori	FIS/02	02/A2	02	FISICA TEORICA DELLE...	6603457357	NO	

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

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--------	-------------------------	---------------------------	------	------	-----	---

#### **301-600 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--------	-------------------------	---------------------------	------	------	-----	---

#### **601-900 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	------------------------	-----------------------	-------------------------	--------	-------------------------	---------------------------	------	------	-----	---

#### **Componenti del collegio (Docenti di Istituzioni AFAM)**

n.	Cognome	Nome	Istituzione di appartenenza	Codice fiscale	Qualifica	Settore artistico-disciplinare	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	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	Attestazione (PDF)	Descrizione campo precedente
----	---------	------	-----------------------------	----------------	-----------	--------------------------------	--	--	--	---	--------------------	------------------------------

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

n.	Cognome	Nome	Codice fiscale	Istituzione di appartenenza	Paese	Qualifica	Tipologia (descrizione qualifica)	Area CUN	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Scopus Author ID (facoltativo)
----	---------	------	----------------	-----------------------------	-------	-----------	-----------------------------------	----------	--	--------------------------------

#### **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.	Advanced fluorescence microscopy methods	14	primo anno	<p>Teaching staff Nome Cognome: Luca Lanzano' Email: luca.lanzano@dfa.unict.it Office: DFA room 339 Telephone: +39 0953785330</p> <p>Program of the course: - Description of the fluorescence process. Probes for fluorescence. Techniques for labeling biological structures: Labeling proteins, Labeling DNA, Labeling membranes, Quantum dots, Ions indicators, Labeling "in vivo" with fluorescent proteins. Advanced fluorescence microscopy setups. Characterization of the Point Spread Function (PSF) of the microscope. Widefield versus confocal microscopy. - Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy (FLIM) and applications. FLIM acquisition setups. Data analysis in time and frequency domain. The phasor analysis of FLIM images. FLIM detection of Forster Resonance Energy Transfer (FRET). FRET imaging and applications. Imaging of environment-sensitive fluorescent probes and applications. - Advanced fluorescence correlation techniques. Analysis of temporal fluctuations. Fluorescence Correlation Spectroscopy (FCS). Analysis of spatio-temporal fluctuations. Image Correlation Spectroscopy (ICS) and Image Cross Correlation Spectroscopy (ICCS). Applications. - Super-resolution microscopy techniques. Stochastic switching versus targeted switching. Stimulated Emission Depletion (STED) based techniques. Time-resolved STED techniques: gated-STED, Separation of Photons by Lifetime Tuning (SPLIT). Applications.</p>	FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI		SI	
2.	Advanced numerical methods of physics	21	primo anno	<p>Teaching staff: Prof. G. G. N. Angilella E-mail: giuseppe.angilella@ct.infn.it</p> <p>Programme of the course: General introduction to Partial Differential Equations (PDEs). Classification of 2nd order PDEs and canonical form thereof. Reduction to nondimensional form. Parabolic equations. Diffusion equation. Explicit and implicit methods. Stability. Truncation error and local truncation error. Consistence or compatibility. Refinement path. Discretization error: convergence. Reminder of vector and matrix norms. Consistent and subordinate norms for matrices: p-norms. Spectral radius. Gerschgorin's theorems. Convergence, compatibility, stability (Lax-Richtmyer). Examples. Unconditional stability of the Crank-Nicolson scheme. Analytical solution of (separable) PDEs by Fourier series. Stability again: Fourier analysis and stability according to von Neumann. Examples. Lax equivalence theorem. Hyperbolic equations. Advection equation. Derivation from the continuity equation in integral form. Characteristic lines. Quasi-linear equations and shock-waves (breaking). Burger's equation. Numerical integration of the advection along a characteristic line. Upwind method. Courant-Friedrichs-Lewy (CFL) condition. Second-order quasi-linear hyperbolic equations. Characteristic lines. D'Alembert solution of the wave equation. Numerical domain of dependence of the light-cone. Additional topics: Elliptic equations. Poisson and Laplace equations. The biharmonic equation and its associated eigenvalue problem. Iterative and direct numerical methods (finite differences). Finite elements: overview. Numerical methods for the 1+1 dimensional Schrödinger equation. Nonlinear equations: exact and numerical methods. Transport phenomena in solids: Boltzmann equation. The final exam consists in a discussion on the topics covered by the course.</p>	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
3.	Advanced Statistical Methods for	14	primo anno	<p>Teaching staff Alessandro Lanzafame Email: a.lanzafame@unict</p>	ASTROFISICA		SI	

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
	Astronomy and Astrophysics			Office: DFA 210, OACT 48 Telephone: +39 095 3785337, +39 095 7332239 Reception hours: see <a href="https://www.dfa.unict.it/docenti/alessandro.carmelo.lanzafame">https://www.dfa.unict.it/docenti/alessandro.carmelo.lanzafame</a>  Program of the course: 1) Probability and Statistical Distributions. Uncertainties; Axioms of probability; Conditional probabilities; Bayes' theorem; Independent events; Random variables; Density and distribution functions; Quantile function. 2) Classical Statistical inference. Concepts of statistical inference; Classical vs. Bayesian Statistical Inference. Maximum Likelihood Estimation (MLE). Goodness of fit and Model Selection; Confidence Estimates; Hypothesis Testing; Comparison of distributions; Non-parametric Modeling. Selection effects and luminosity function estimation; Survival analysis. 3) Bayesian Statistical inference. Bayesian priors and posteriors; Uncertainty quantification; Model selections; The Montecarlo Marcov Chain (MCMC) method. 4) Reduction of dimensionality. Principal component analysis (PCA) 5) Regression and model fitting. Formulation of the regression problem; Linear and nonlinear regression; Regression robust to outliers; Gaussian process regression; Overfitting and underfitting. 6) Classification. Principles; K-nearest-neighbor classifier; Decision trees				
4.	Advanced Topics in Nuclear Astrophysics	14	primo anno	Teaching staff Nome Cognome: Marco La Cognata Email: <a href="mailto:lacognata@lns.infn.it">lacognata@lns.infn.it</a> Office: LNS Telephone: +39 095 542 590 Reception hours: upon student request Program of the course: The R-matrix method in nuclear astrophysics 1. Basic theory 2. Applications to nuclear astrophysics 3. Hands-on session 4. R-matrix and indirect methods	ASTROFISICA		SI	
5.	An introduction to Python and its scientific use	14	primo anno	Teaching staff Nome Cognome: Adriano Ingallinera Email: <a href="mailto:adriano.ingallinera@inaf.it">adriano.ingallinera@inaf.it</a> Office:  Telephone: +39 095 733231 0  Program of the course: Language basics (statements, functions, classes) Using numpy and scipy for scientific computation (linear algebra, signal processing, ...) The plotting library matplotlib Bibliography: "Progammare con Python: Guida Completa", M. Buttu, LSWR editore	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
6.	Applications of the Functional Renormalization Group in Field Theory	14	primo anno	Teaching staff Dario Zappalà Email: <a href="mailto:dario.zappala@ct.infn.it">dario.zappala@ct.infn.it</a>  Program of the course: 1) Phase transitions. Second order phase transitions and critical points. Critical manifold and classification of operators. Correspondence with renormalization in Quantum Field Theory. Renormalizability and fixed points. 2) Kadanoff-Wilson blocking. Momentum space blocking and Wegner-Houghton equation. Flow equation of the Functional Renormalization Group (FRG) and its approximations. 3) Infrared regulator dependence. Proper Time RG flow. 4) Applications of the FRG to scalar theories in d-dimensions. Drawbacks in gauge theories. 5) Tricritical Lifshitz points. Modulated phase. FRG approach.  KNOWLEDGE REQUIRED: Basics of Quantum Field Theory and Statistical Mechanics.	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
7.	Charge transport and devices	14	primo anno	Teaching staff Nome Cognome: ANTONINO LA MAGNA	FISICA		SI	

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
	simulations			<p>Email: antonino.lamagna@imm.cnr.it</p> <p>Program of the course:            Introduction to the quantum and semiclassical charge transport: Ohm law - From semiclassical/continuum to quantum/atomistic formalisms - Contact resistance concept - Landauer formula - bottom-up: one level device. Quantitative numerical analysis of the quantum carrier dynamics: Charging and self-consistency - Quantum capacitance - Coulomb blockade - Non Equilibrium Green Function - Contact Self Energies- el-ph scattering - perturbative corrections - variational formalism - examples: graphene, nanotubes, atoms' chains            Boltzmann formalism and semiclassical methods: semiclassical carriers - Boltzmann equation - Scattering kernels - Fermi Golden rule - relaxation times - Phonon scattering - Impurity scattering - charge/charge scattering - Avalanche carriers' generation - Monte Carlo approach - Monte Carlo - Poisson Device simulation - Continuum models - Drift Diffusion models and device simulations - Hydrodynamic models and device simulation - TCAD introduction.</p>	APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE			
8.	Clusters in Atomic Nuclei	14	primo anno	<p>Teaching staff            Dr. Ivano Lombardo (INFN)            Email: ivano.lombardo@ct.infn.it</p> <p>Program of the course:            1 - Modern view of particle decay of nuclear states. <math>\alpha</math>-decay: Coulomb and centrifugal barrier effects. Hindrance factors. Decay towards excited states of the daughter nucleus. Odd-nuclei and <math>\alpha</math> - decay. Geiger-Nuttal law and fine-tuning problems. Electron screening effects. Selection rules in <math>\alpha</math> - decay. Test of parity violation in strong interactions. Semi-classical calculations of <math>\alpha</math> spectroscopic factors. Rose &amp; Jones experiment and cluster radioactivity.            2 - A summary of decays and reactions useful to test clustering in nuclei. Beta decay and electron capture. Nuclear Fluorescence resonance. Resonant elastic and inelastic scattering of <math>\alpha</math> particles. <math>\alpha</math> -transfer reactions. Sequential break-up of nuclei. Analysis methods to extract nuclear structure properties from experimental data.            3 - <math>\alpha</math> - clustering in light nuclei. Self-conjugate nuclei: their peculiar properties. Lifetime of <math>^8\text{Be}</math> states and Coulomb barrier effects. Isotopes of Be and nuclear dimers. Nuclear Orbitals. <math>\sigma</math> and <math>n</math> bonding in nuclei. Coriolis effect on molecular rotational bands. The <math>^{12}\text{C}</math> case. The "Hoyle state": its properties and mysteries. The anthropic principle. Signatures of Bose-Einstein condensation in nuclei. A novel view of light nuclei structure: the Algebraic Cluster Model (ACM). Symmetries and Group theory in light nuclei. <math>n</math>-rich and <math>p</math>-rich isotopes of carbon. Nuclear molecules. Effects of <math>\alpha</math> clustering on nuclear astrophysics.</p>	FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
9.	Direct Reactions with Heavy Ions	14	primo anno	<p>Teaching staff            Nome Cognome: Francesco Cappuzzello, Maria Colonna            Email: cappuzzello@lns.infn.it, colonna@lns.infn.it            Office: INFN-LNS, Via S. Sofia 64, Catania, Room 204/a and 225            Reception hours: Friday 15:00-17:00</p> <p>Program of the course:            The concept of direct nuclear reaction. "Direct" vs "compound". Relevant observables of a direct reaction. Energy spectra and cross section distributions. Theoretical description of direct reactions involving heavy ions. DWBA approximation and limits of applicability. Eikonal vs. black disk approximation for heavy ion reactions. Optical model and elastic scattering. Inelastic excitations: coupled channels method. Selected phenomenology of direct reactions: Heavy Ion Charge Exchange and Transfer Reactions in DWBA. N-step reactions.</p>	FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
10.	Exactly solvable one dimensional quantum many particle systems	14	primo anno	<p>Teaching staff            Luigi Amico            Email: lamico@dmfci.unict.it/luigi.amico@tii.ae</p> <p>Program of the course            Integrability and exact solution of the Heisenberg chain. Integrability of the bosonic quantum field theory in one spatial dimension through the Quantum Inverse Scattering technique.</p>	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	

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>Lattice correction of integrable bosonic quantum field theories.</i>				
11.	<i>Exoplanets</i>	14	<i>primo anno</i>	<p>Teaching staff: <i>Isabella Pagano</i>            Email: <i>isabella.pagano@inaf.it</i>            Office: <i>INAF – Astrophysical Observatory of Catania</i>            Telephone: <i>+39 095 7332220</i>            Reception hours: <i>11-12 a.m. from Monday to Friday by appointment</i></p> <p>Program of the course:            1. Introduction: A general view of the field and the key questions            2. Detection: The different observations techniques: Radial Velocities, Imaging, Transits, Microlenses, Timing, Astrometry. Methods; challenges; Results to date.            3. Census of exoplanets: distribution in mass and size, multiplanetary systems; orbits, eccentricity, rotation, abundances. Host stars.            4. Planetary formation theories: Terrestrial planet formation, Giant planet formation, Tidal effects, Population synthesis, Orbital migration            5. Exoplanet atmospheres: Observation techniques; hot, warm and temperate planets. Transmission and emission spectroscopy. Phase curves. The concept of habitability. Results to date.            6. Facilities for exoplanets: Present and future facilities from ground to space.</p>	ASTROFISICA		SI	
12.	<i>Experimental searches for Dark Matter</i>	14	<i>primo anno</i>	<p>Teaching staff : <i>Marzio De Napoli</i>            Email: <i>marzio.denapoli@ct.infn.it</i></p> <p>Program of the course:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observational evidence for Dark Matter (DM)</li> <li>• Thermal production</li> <li>• Properties of the expected DM signals in Direct Detection experiments</li> <li>• Background sources and possible strategies for its reduction</li> <li>• Experimental techniques: detection of light, charge, and heat</li> <li>• Dual-phase liquid noble gas detectors, cryogenic Ge, bolometers, TES, SQUIDS, CCD, CaWO4 crystals and others.</li> <li>• Introduction to statistical methods for data analysis</li> <li>• DM searches at accelerators</li> <li>• Introduction to the Dark Photon and Light Dark Matter</li> <li>• Experimental techniques for the Dark Photon "visible decay" search</li> <li>• Search for invisible decays: missing mass, missing energy, and missing momentum experiments</li> <li>• Beam-dump experiments</li> </ul> </p>	ASTROFISICA FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
13.	<i>Introduction to Medical Physics</i>	14	<i>primo anno</i>	<p>Teaching staff            Nome Cognome <i>Pablo Cirrone</i>            Email: <i>pablo.cirrone@infn.it</i></p> <p>Program of the course:            1. Basic concepts in radiation dosimetry            a. Quantities for describing the interaction of ionizing radiation with matter            b. Charged-particle and radiation equilibria            2. The cavity theory            3. Dosimetry fundamentals            a. Concepts of radiation dosimetry and dosimeter b. Interpretation of a dosimetric measure            c. General characteristics of a dosimeter            4. The role of the ionization chamber in irradiation dosimetry and its calibration protocols for clinical applications            5. Basis of detectors for dosimetry and microdosimetry</p>	FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI		SI	
14.	<i>Mathematica for Physicists: computational methods and tools</i>	14	<i>primo anno</i>	<p>Teaching staff: <i>Prof. Alessandro Ridolfo</i>            email: <i>alessandro.ridolfo@dfa.unict.it</i></p> <p>Program of the course:            The aim of this course is to present methods and toolkits for solving numerical and analytical problems in quantum physics. By exploiting suitable softwares, the students of this course will learn how to visualize, display and generate numerical and graphical solutions of many physics problems. Such a softwares are a good supplement both for students and researchers.</p> <p><i>In the first part of this course, I will introduce the use of the</i></p>	FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	

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>software with a clear explanation of the basilar elements for the creation of a list of objects (numerical and symbolic), manipulation of expressions, the use of built-in functions (trigonometric, logarithmic, etc.), visualization of a graphic (2D and 3D), differentiation, symbolic and numeric integration, solving algebraic expressions, solutions for linear systems, and numerical solutions of differential equations.</p> <p>In the second part, I will show how to implement notebooks, applying the skills acquired in the first part, in order to obtain solutions (numerical and analytical) for a class of fundamental problems in quantum physics: quantum harmonic oscillator, barrier potential, transfer matrix method, perturbation theory, second quantization, quantum two level systems, light-matter interaction.</p> <p>The final part of the course will focus on the implementation of a specific calculation tool, that aims to develop particularly useful and powerful numerical methods such as Monte Carlo Wave Function or Density Matrix Renormalization Group theory.</p> <p>During the course, various interactive tests will be assigned in order to certify the learning, students abilities and the acquired skills.</p> <p>The final exam consists of a discussion, with a presentation, on the results obtained with a notebook for a particular problem tackled in the course.</p>				
15.	Monte Carlo methods for particles transport	14	primo anno	<p>Teaching staff Nome Cognome: Cirrone Pablo Email: pablo.cirrone@infn.it Reception hours: please, contact me by e-mail at any time Program of the course: 1. Basis of the Monte Carlo method 2. Use of Monte Carlo to solve particles equations and transport in the matter 3. Basis of the use of the Geant4 Monte Carlo code a. Installation b. Description of the main Geant4 functionalities c. How to retrieve information from a simulation d. Realization of a simple Geant4 application: a particle beam interacting with a calorimeter detector 4. Hands-on sessions</p>	FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
16.	Monte Carlo Techniques	14	primo anno	<p>Teaching staff Nome Cognome: Luciano Pandola Email: pandola@Ins.infn.it</p> <p>The course is meant to provide an overview of the Monte Carlo techniques for physics. No specific Monte Carlo codes are considered, but rather the theoretical basic information is provided for the understanding of the basic principles of Monte Carlo simulations for particle tracking. The final aim of the course is that students are able to treat Monte Carlo codes not as "black boxes", but to assert autonomously the validity and the coherence of the results that are provided in output. In particular, the course will cover: sampling of random variables, numerical integration, error estimation in Monte Carlo calculations, particle tracking in homogeneous media, condensed, detailed and mixed Monte Carlo simulations, biasing techniques. Blackboard lectures will be complemented by a few practical exercises. Lecture notes will be provided. Syllabus: 1. Introduction to Monte Carlo techniques: applications and use cases 2. Random variables 2.1 Continuous and discrete probability distributions 2.2 Random number generators 2.3 Sampling of random numbers from arbitrary distributions 3. Random numbers and numerical precision issues 4. Error estimation in Monte Carlo techniques 5. Monte Carlo numerical integration 6. Particle transport in homogeneous media 6.1 Translation, rotation and changes of reference frame 6.2 Basic concept of particle transport (gamma-rays) 6.3 Markov chains 6.4 Connection to the deterministic view 7. Mixed Monte Carlo simulation 7.1 Delta interactions and soft energy losses 7.2 Tracking algorithms for electrons and positrons (Penelope</p>	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	

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
				and Geant4) 7.3 Effect of multiple Coulomb scattering 7.4 Geometries and fields 8. Variance reduction techniques 9. Monte Carlo simulation codes 9.1 Zoology of commonly-used Monte Carlo codes 9.2 Tracking/production cuts and regions				
17.	Neutrino Physics	21	primo anno	Teaching staff Name Surname: Piera Sapienza, Giovanna Ferrara Email: sapienza@lns.infn.it, gferrara@lns.infn.it Office: 095 542288 Reception hours: Tuesday 17:00  Program of the course: Introduction Fermi theory of beta decay Neutrino experimental evidences Solar Neutrinos Neutrino oscillations and neutrino properties Neutrino Mass Ordering CP violation in Leptonic Sector Sterile Neutrinos Neutrino Mass Double beta decay Atmospheric Neutrinos Cosmic neutrinos Neutrinos in Multimessenger Astronomy	ASTROFISICA FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
18.	Nuclear and particle physics aspects of explosive Astrophysics and Multimessenger Astronomy	21	primo anno	Teaching staff Name Surname: Silvio Cherubini, Giovanna Ferrara Email: silvio.cherubini@dfa.unict.it, giovanna.ferrara@dfa.unict.it Office: 217 Reception hours: Monday-Wednesday-Friday 11:00-12:00  Program of the course: 1) Introduction to Nuclear Astrophysics. 2) Measurements of nuclear reactions cross sections important for nuclear astrophysics: experimental techniques and indirect methods. 3) Short introduction to particle physics. 4) Explosive phenomena as a link between nuclear and particle astrophysics. 5) Novae, Super Novae and other violent events in the cosmos: multi-messenger astrophysics. 6) Big Bang nucleosynthesis.	ASTROFISICA FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
19.	Optical design with Raytracing	14	primo anno	Teaching staff Nome Cognome: Matteo Munari Email: matteo.munari@inaf.it  The course is an introduction to the design of optical systems with the use of raytracing codes Review of first- and third-order optics Optimization Tolerancing Multiconfiguration Macros & API Non-sequential systems / Straylight	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI		SI	
20.	Physics and Astrophysics of Neutron Stars	14	primo anno	Teaching staff FIORELLA BURGIO Email: fiorella.burgio@ct.infn.it Office: INFN Sezione di Catania @DFA, first floor, room n.111  Program of the course: Lect 1: Introduzione allo studio degli oggetti compatti: BH, WD and NS. Cenni storici. Scoperta delle pulsars. Dati osservativi su masse e raggi: telescopi, interferometri, satelliti. Lect 2: General Relativity in a nutshell. TOV equations, maximum mass. Lect 3: Overview of the nuclear strong and weak forces. Beta-equilibrium and Equation of state (EoS). Lect 4: Theoretical methods for the calculation of the EoS. Comparison with observational and laboratory data. Lect 5: Strange matter in the core: hyperons and mesons. Lect 6: The hadron-quark phase transition in the stellar core. Lect 7: Gravitational wave astronomy: Non-radial oscillations and binary mergers.	ASTROFISICA FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	

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
21.	Quantum dynamics and control of open quantum systems	21	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Elisabetta Paladino Email: elisabetta.paladino@dfa.unict.it Office: DFA 318 Reception hours: Wednesday 15-17; Friday 11-13</p> <p>Program of the course: The course focuses on the dynamics of quantum systems interacting with environmental degrees of freedom modelling either a classical system or another complex quantum system. Any quantum system unavoidably interacts with its surroundings, as a result intrinsically quantum features as quantum coherence and entanglement are degraded. Recently, the resulting phenomenon of decoherence has attracted a great deal of interest in the field of quantum information where the quantum dynamics of two-state systems need to be accurately controlled to achieve specific tasks. In the present course, mathematical approaches of the theory of open quantum system we be introduced: Kraus representation theorem, amplitude-damping and phasedamping, Markov approximation, Master Equation, Lindblad equation, Redfield-Born theory of relaxation, non-Markovian noise, Stochastic Liouville equation and cumulants, stochastic wavefunctions. The pathintegral approach to deal with quantum systems interacting with a bosonic quantum bath will be introduced. By using the appropriate approach two issues of both fundamental and applicative importance in physics will be addressed: the fragility of macroscopic quantum superpositions (Schrödinger cat states) and the deterioration of entanglement. These two aspects are crucial both for understanding fundamental features of quantum theory, such as the quantum measurement problem and the quantum-classical border, and for new quantum technologies such as quantum computation and communication.</p>	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
22.	Scanning Probe Microscopies	14	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Francesco Ruffino Email: francesco.ruffino@ct.infn.it Office: 244, Department of Physics and Astronomy Reception hours: Monday 15:00-17:00, Wednesday 15:00-17:00</p> <p>Program of the course: 1) Scanning Probe Microscopies: the local probe approach, basic principles, operation modes, experimental set-up, design and instrumentations, historical overview and role in nanotechnology 2) Scanning Probe Microscopies typologies: scanning tunneling microscopy, atomic force microscopy, conductive atomic force microscopy, magnetic force microscopy, Kelvin probe microscopy. 3) Images acquisition and analysis with scanning probe microscopies: images acquisition, images manipulation, artifacts, images analysis. 4) Applications of scanning probe microscopies to the analysis of nanostructured metallic, insulating, semiconducting surfaces. 5) Nanofabrication using scanning probe microscopy: atomic scale manipulation of matter, local anodic oxidation, nanolithography</p>	FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI		SI	
23.	Search of New Physics Beyond the Standard Model in Double Beta Decay	14	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Francesco Cappuzzello Email: cappuzzello@lns.infn.it Office: INFN-LNS, Via S. Sofia 64, Catania, Room 204/a Reception hours: Friday 15:00-17:00</p> <p>Program of the course: Dirac equations and neutral fermions. Majorana fermions and neutrinos. Overview of early experimental evidences of neutrinos and neutrino properties. The search for beta-beta-decay. Early geochemical experiments (the M.G.Inghram and J.H.Reynolds experiment). The 2-ni-beta-beta-decay in the laboratory (the Elliott, Hahn and Moe experiment). Overview of</p>	FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	

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
				present search of 2-ni-beta-beta- and 0-ni-beta-beta-decays. The Italian experiments at LNGS underground laboratory. The case of the GERDA experiment. Nuclear structure aspects of the $\beta\beta$ -decays. The problem of Nuclear Matrix Elements. Surrogate nuclear reactions to study relevant nuclear response to isospin operators. Single Charge Exchange reactions and connection to single beta-decay Fermi and Gamow-Teller nuclear transitions. The Double Charge Exchange reactions in connection with beta-beta-decays. The NUMEN project at the INFN-LNS laboratory.				
24.	Selected topics in Quantum Technologies	14	primo anno	<p>Teaching Staff Name Surname: Giuseppe Falci Program of the course: Quantum Technologies (QT) is an interdisciplinary subject where physics, computer science and chemistry merge. In the last decade interest has grown both for the conceptual importance of methods, requiring a deeper understanding of quantum mechanics, and for the enormous potential in applications. QTs aim at exploiting exquisite quantum behavior to perform tasks which are tackled inefficiently by that present day technologies. For instance quantum computation relies on superpositions and entanglement to achieve exponential speedup of certain algorithms, which in a standard digital computer take a time growing exponentially with the input. The course presents selected topical concepts, techniques and physical systems of interest in the field of QT.</p> <p>1) Quantum circuits with superconductors [1] (4 ore) 2) Cavity QED [2] and circuit QED [1] (4 ore) 3) Ultrastrong light-matter coupling [3] (2 ore) 4) Optimal control Theory for quantum systems [4] (2 ore) 5) Quantum simulators. [5] (2 ore)</p>	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
25.	Star-Planet interactions in extrasolar systems	14	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Antonino Francesco Lanza Email: antonino.lanza@inaf.it (preferred form of contact) Office: Tel. +39-095-7332-238 – INAF-Osservatorio Astrofisico di Catania, Via S. Sofia, 78 – 95123 Catania, Italy Reception hours: from 9.00 to 11.00 a.m. from Monday to Friday by making an appointment by email</p> <p>Program of the course: 1. Overview of star-planet interactions in extrasolar planetary systems; 2. Tidal interactions; 3. Stellar high-energy radiation and evaporation of planetary atmospheres; 4. Star-planet magnetic interactions; 5. Hot Jupiters, stellar rotation, and magnetic activity.</p>	ASTROFISICA		SI	
26.	Stellar Evolution	14	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Maria Letizia PIERA PUMO Email: marialetizia.pumo@unict.it Office: Department of Physics and Astronomy "Ettore Majorana" - room 358 (Cittadella universitaria, Building 6) or Catania Astrophysical Observatory - room 88 Reception hours: by appointment via email</p> <p>Program of the course: 1. Introduction: general view of the research field, equations of stellar evolution and numerical techniques, regimes of the stellar evolution and transition masses; 2. Stellar evolution (and associated nucleosynthesis) as a function of the initial stellar mass: low- and intermediate-mass stars (brief overview), so-called Super-AGB stars, massive stars (brief overview); 3. Supernovae from Super-AGB and massive stars: electron-capture supernovae, ironcore-collapse supernovae, post-explosive evolution of the ejected material and its radiationhydrodynamical modelling; 4. Selected current issues: convective overshooting in stellar evolution, supernovae progenitors, peculiar explosive events, electromagnetic</p>	ASTROFISICA		SI	



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
				counterparts of gravitational wave sources.				
27.	Sun - Earth Connection and Space Weather	14	primo anno	<p>Teaching staff            Francesca Zuccarello            Email: <a href="mailto:Francesca.zuccarello@dfa.unict.it">Francesca.zuccarello@dfa.unict.it</a>            Office: INAF – Catania Astrophysical Observatory            Telephone: +39 095 7332237            Reception hours: Friday 9:30 - 12:30 (send an e-mail to: <a href="mailto:Francesca.zuccarello@dfa.unict.it">Francesca.zuccarello@dfa.unict.it</a>)</p> <p>Program of the course:            The Sun: a general overview – Solar interior – Solar atmosphere – Solar magnetism and the 11-year cycle - Dynamo mechanism – Activity phenomena            – Flares: observations and models - Coronal Mass Ejections: observations and models – Solar Wind.            The Interplanetary Magnetic Field – The Earth’s Magnetosphere – Impact of solar phenomena on the magnetosphere of the Earth – Space Weather effects: magnetic storms, aurorae, ionospheric perturbations – Impact of Space Weather on technological systems.</p>	ASTROFISICA		SI	
28.	Strong Interactions at Finite Temperature and Density	21	primo anno	<p>VINCENZO GRECO            Email: <a href="mailto:greco@lns.infn.it">greco@lns.infn.it</a>            Office: Department of Physics and Astrophysics, Building 6, Room 346            Telephone: +39 095 3785403            Reception hours: send an e-mail to <a href="mailto:greco@lns.infn.it">greco@lns.infn.it</a></p> <p>Program of the course:            Basic ideas and concepts of Strong Interactions: asymptotic freedom and confinement. Quantum ChromoDynamics (QCD) a general overview: perturbative and non-perturbative regimes. Chiral symmetry phase transition and NJL lagrangian. QCD phase diagram of nuclear matter at finite density and temperature. Relativistic gas and bag models. Equation of State of the quark-gluon plasma and its transport coefficients. Basic relativistic thermodynamics and fluid dynamics of the phase transition from hadronic matter to the Quark-Gluon Plasma (QGP). Applications to Early Universe and Neutron stars. Impact of the QGP in the expansion of the Early Universe and in the evolution of ultra-relativistic collisions. Particle production in relativistic pp, pA, AA collisions phenomenology.</p>	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
29.	ADVANCED TOPICS IN QUANTUM FIELD THEORY	21	primo anno	<p>Teaching staff: VINCENZO BRANCHINA            Email: <a href="mailto:branchina@ct.infn.it">branchina@ct.infn.it</a>            Office: Department of Physics and Astrophysics            Telephone: +39 095 3785336            Reception hours: send an e-mail to: <a href="mailto:branchina@ct.infn.it">branchina@ct.infn.it</a></p> <p>Program of the course            - Renormalization and renormalization group in quantum field theory. Callan-Symanzik and Wilson renormalization group (RG) equations.            - Dimensional regularization, zeta function regularization, Wilsonian renormalization. Fine tuning, counterterms and physical tuning. Naturalness.            - Theories with Spontaneous Symmetry Breaking. Unbroken phase and RG flow in the ultraviolet regime. Instabilities: the RG "microscope". Renormalization in the broken phase. Tree level renormalization and Maxwell construction.</p>	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE		SI	
30.	Introduction to innovative particle detectors and data acquisition systems	14	primo anno	<p>Teaching staff            Name Surname: Mario Buscemi            Email: <a href="mailto:mario.buscemi@dfa.unict.it">mario.buscemi@dfa.unict.it</a>            Office: DFA 215            Reception hours: Monday and Tuesday 15.00 – 17:00</p> <p>Program of the course:            - Particle detectors and detection mechanisms            - Characteristics of multichannel detectors            - Digitized waveform processing            - Hints of programmable logic (PSoC, ASIC, FPGA)            - Hands-on training</p>	ASTROFISICA FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	

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
31.	X-ray based methods and instrumentation in Materials Science	14	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Claudia Caliri Email: claudia.caliri@cnr.it, caliri@Ins.infn.it, Office: Room N.0107b – 1 floor – LNS – INFN Telephone: 095542339 (mobile +39 3489208359) Reception hours: upon student request</p> <p>Program of the course: The course is focuses on the basic principles of X-ray fluorescence (XRF) and on development advanced XRF imaging techniques applicable to cultural heritage research, presenting figures of merit and application examples based on the use of advanced portable instruments. Related analytical methods and procedures making use of Confocal X-ray spectroscopy, Full-Field X-ray imaging, Xray Diffraction Imaging and Grazing incidence X-ray spectroscopy will also be discussed. 1. Introduction - brief theoretical overview of: interaction between radiation and matter and its application in the non-destructive chemical characterization of materials: transmission, diffusion, absorption; excitation and de-excitation processes; physical principles and technology of the X-ray sources and of advanced new generation detection systems based on the use of SDD detectors, CCD cameras, HPAD detectors: their key properties and their implications in the characterization of materials. Quantitative considerations in XRF analysis. 2. X-ray fluorescence spectroscopy (XRF) and X-ray diffraction spectroscopy (XRD): basic physical principles, laboratory scale portable instrumentation, innovative experimental configurations and schemes, calibration procedures and spectra analysis, main spectroscopy software and main reference materials databases. 3. Presentation of different advanced space-resolved (2D) and depth-profiling (3D) X-ray spectroscopy techniques. Introduction to the principles of X-ray focusing by X-ray optics; principles of acquisition and data processing in real-time mode. Analytical methodologies for the Micro and Macro X-ray Imaging. Experimental development of X-ray imaging systems based on the scanning and the full-field approaches. Ba...</p>	FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI		SI	
32.	Introduction to reactor kinetics	2	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Domiziano Mostacci Email: domiziano.mostacci@unibo.it</p> <p>Program of the course: Basics of reactor kinetics: relation to reactor statics; prompt and delayed neutrons, characteristic times; controllability of nuclear reactors; effective multiplication factor. The "point model": simplifying assumptions and derivation of point kinetics equations; constant reactivity; INHOUR equation; simplified models (small, large reactivity, 2 groups of delayed neutrons). Overview of space kinetics; adjoint flux. Intrinsic reactivity changes: reactivity temperature coefficients; reactivity feedback models; power excursions. Stability: linear stability of nuclear reactors.</p> <p>Prerequisites: working knowledge of macroscopic cross sections and of the diffusion equation.</p>	FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
33.	Cosmological inflation and large-scale structure	21	primo anno	<p>Teaching staff Nome Cognome: Giuseppe Puglisi Email: giuseppe.puglisi2@unict.it Office: Room 221 DFA Reception hours: Mon- Tue 14-18</p> <p>Program of the course: Quick review on Big Bang cosmology: FRLW metric, Friedmann equations, Big Bang Nucleosynthesis, Recombination. Horizon and Flatness problems. The inflationary paradigm. The scalar field driving the expansion: the inflaton. Implications on inflation cosmology. Observables in large scale structures perturbations and in the CMB anisotropies. Latest constraints on inflationary observables.</p>	ASTROFISICA		SI	
34.	Phase Diagram of Quantum Chromodynamics	14	primo anno	<p>Teaching staff Name Surname: Marco Ruggieri Email: marco.ruggieri@dfa.unict.it Office: 326</p>	FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI		SI	

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>Reception hours: 15:00-17:00, Monday and Wednesday</p> <p>The present course is a theoretical one. However, several applications to compact stars and nuclear collisions will be presented; consequently, PhD students in astrophysics or nuclear physics might find interest in the topics discussed here.</p> <p>Moreover, since the course focuses on the phases and phase transitions in QCD, the course might be of interest to all the PhD students who study statistical mechanics and/or superconductivity and are interested in learning how the phase transitions occur in a strongly interacting system. Even more, the QCD phase diagram and the existence of phase transitions in QCD are the very reason why high energy nuclear collisions are run in experiments at LHC, hence the course might find the interest of experimentalist PhD students whose work is related to the quark-gluon plasma produced at LHC.</p> <p>The course is planned to be of 2 credits.</p> <p>Plan of the course</p> <p>Quantum Chromodynamics: quick reminder on gauge theories, SU(3) gauge theory and QCD, asymptotic freedom (2 hours)</p> <p>Color confinement and chiral symmetry breaking: how spontaneous breaking of chiral symmetry appears from the hadron spectrum, chiral condensate, confining potential (3 hours)</p> <p>QCD phase transitions at finite temperature: Chiral symmetry restoration and deconfinement at finite temperature, quark-antiquark potential at high temperature, Polyakov loop, quark-gluon plasma, heavy ion collisions, effective models for the strong interactions (4 hours)</p> <p>QCD at large density: critical endpoint of the QCD phase diagram, effective description of QCD at high density, color superconductivity, nuclear matter, applications to the physics of neutron stars (5 hours)</p>	FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE			
35.	Neutron induced nucleosynthesis: from stars to laboratories	14	primo anno	<p>Teaching staff</p> <p>Name Surname: Maria Letizia Sergi</p> <p>Email: marialetizia.sergi@dfa.unict.it</p> <p>Office: DFA 328- LNS 237</p> <p>Reception hours: upon student request</p> <p>Program of the course:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Nuclear reactions in stars: a recall on basic tools</li> <li>2) Neutron induced reactions</li> <li>3) Neutron sources and neutron poisons</li> <li>4) s-process and r-process nucleosynthesis</li> <li>5) Experimental difficulties and possible solutions</li> </ol>	ASTROFISICA FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
36.	Femtoscopia and two-particle correlations in subatomic physics	14	primo anno	<p>Teaching staff</p> <p>Name Surname: Giuseppe Verde, Emanuele Vincenzo Pagano</p> <p>Email: giuseppe.verde@ct.infn.it, epagano@lns.infn.it</p> <p>Reception hours: Upon students' request</p> <p>Program of the course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to interferometry and heavy-ion collisions</li> <li>- Two-particle correlations: intensity interferometry of emitting sources</li> <li>- Complex fragment correlations</li> <li>- Detectors and experimental techniques</li> <li>- Resonance decays and correlations: nuclear thermometers and invariant mass spectroscopy</li> </ul>	FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	
37.	ADVANCED TOPICS IN NUCLEAR DYNAMICS AND REACTION MECHANISMS WITH STABLE AND	14	primo anno	<p>Teaching staff:</p> <p>Dott.ssa Sara Pirrone</p> <p>Dott.ssa Brunilde Gnoffo</p> <p>Email: sara.pirrone@ct.infn.it</p> <p>Office: DFA room 320</p> <p>Reception hours: Monday 15-17</p>	FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE		SI	

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
	RADIOACTIVE BEAMS			<p>Program of the course:</p> <p>1- Production techniques of RIBS (radioactive ion beams) a) Isol and in-flight methods b) from the beam production to the tagging</p> <p>2- HI nuclear reactions mechanism from low to intermediate energy a) physics case (complete and incomplete fusion, multifragmentation, equation of state, symmetry energy, isospin effects) b) experimental methods to select reaction mechanism c) experimental devices</p>				

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

**Totale ore medie annue:** 185 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 37

Di cui è prevista verifica finale: 37

**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.	Principi fondamentali di etica, uguaglianza di genere e integrità	<p>I principi di pari opportunità, antidiscriminazione, parità di genere ed accessibilità per i disabili sono sanciti all'interno del codice etico dell'Università (disponibile su <a href="http://www.unict.it/sites/default/files/files/Codice%20etico_2015.pdf">http://www.unict.it/sites/default/files/files/Codice%20etico_2015.pdf</a>). In tal senso l'art. 6 del codice laddove statuisce che "È vietata qualunque forma di discriminazione, tanto diretta quanto indiretta, di individui o gruppi di individui basata sull'età, sul sesso, sull'etnia, sulla religione, sulle convinzioni personali, sulla disabilità, sull'orientamento sessuale, sulla lingua, sulla nazionalità, sullo stato civile, sulle condizioni personali o sociali".</p> <p>Il rispetto della parità di genere all'interno del Dottorato in Fisica ha raggiunto livelli soddisfacenti in termini di numerosità di genere tra gli allievi del dottorato. Dei 47 studenti attualmente impegnati negli ultimi quattro cicli di dottorato (Ciclo XXXV, XXXVI, XXXVII, XXXVIII), 15 sono donne, corrispondenti ad una percentuale del 32% circa. La percentuale delle donne all'interno del Collegio dei docenti è pari ad un terzo. Si tratta di percentuali migliorabili, ma comunque alte.</p> <p>Per quanto riguarda le persone disabili, a parte le iniziative di ateneo, che da molti anni ha un apposito ufficio per garantire le pari opportunità di studio, nell'ambito del dottorato di ricerca è previsto per le persone disabili l'esonero dal pagamento delle tasse di iscrizione. Inoltre i candidati che versino in situazione di disabilità pari o superiore al 66% e che, pur superando le prove concorsuali di ingresso al dottorato (idonei) non risultino vincitori dei posti messi a concorso, vengono ammessi in soprannumero al corso di dottorato.</p>	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE
2.	Seminari	<p>Dal 2019 è stata istituita una serie di seminari di dottorato, che, ad oggi, conta circa una decina di eventi l'anno (nel periodo di pandemia l'attività non si è interrotta, ma è stata mantenuta in collegamento remoto). Questi seminari, rigorosamente in inglese, vedono a turno agire nel ruolo di chair uno degli allievi di primo anno. Gli allievi che ne avranno seguiti almeno 9 e che ne hanno gestito come chair almeno uno, ottengono il riconoscimento di due crediti didattici.</p>	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE
3.	Perfezionamento linguistico	<p>Il Centro Linguistico di Ateneo già da diversi anni organizza corsi gratuiti di lingua per i dottorandi che presentino domanda di partecipazione. I corsi sono strutturati in diversi livelli di abilità linguistica e hanno visto una significativa adesione da parte degli allievi del Dottorato in Fisica. Inoltre i seminari organizzati dal dottorato sono tutti in lingua inglese, così come molti dei corsi di dottorato, specie quelli che vengono seguiti dagli allievi stranieri (la cui percentuale sugli ultimi cicli è stata il 17%, con una media di due allievi per ciclo).</p>	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE
4.	Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca	<p>L'ateneo incentiva la pubblicazione su riviste open access, anche contribuendo ai costi relativi. Questo ha prodotto un impatto indiretto anche sulle pubblicazioni dei dottorandi, che in larga maggioranza sono inviati a riviste open access.</p>	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
			TECNOLOGIE QUANTISTICHE
5.	Attività di laboratorio	La maggior parte delle attività degli allievi di tipo sperimentale (quelli di Fisica Nucleare e Subnucleare; di Astrofisica; di Fisica Applicata e dei Materiali) fanno ampio uso dei numerosi laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica e Astronomia, in cui è incardinato il dottorato, e dei laboratori degli enti pubblici di ricerca, in primis quelli dell'INFN, sia Sezione che Laboratorio Nazionale del Sud, ma anche quelli dell'INAF, per gli studenti astrofisici, oltre che quelli del CNR, per gli altri studenti.	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE
6.	Gestione della ricerca e della conoscenza dei sistemi di ricerca europei e internazionali	L'ateneo organizza dei PhD days in cui trasferisce informazioni e competenze sui sistemi di ricerca europei ed internazionali. Inoltre gli allievi dispongono di un budget personale corrispondente al 10% della propria borsa che possono gestire con ampia autonomia in coerenza con il proprio progetto di ricerca.	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE
7.	Perfezionamento informatico	Gli allievi del Dottorato in Fisica fanno un uso esteso di strumenti informatici, sia per effettuare simulazioni di ambienti fisici complessi, che per effettuare calcoli teorici impegnativi. Diversi di loro si confrontano con le esigenze di trattamento di "big-Data" e con conseguenti approcci di machine learning. Nell'offerta formativa del dottorato sono già presenti dei corsi orientati all'utilizzo di strumenti informatici, come quelli su Python e su Matematica, o quelli sui metodi Montecarlo. Per quanto riguarda il Machine learning viene frequentato un corso della laurea magistrale in Informatica oppure, per chi non lo ha già seguito, un corso della laurea magistrale in Fisica. Entrambi non sono compresi nell'offerta formativa del dottorato, ma il loro inserimento nei piani di studio dei dottorandi viene incoraggiato, pur nel rispetto del limite di crediti massimo che possono essere conseguiti seguendo corsi non specificamente erogati per il dottorato.	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE
8.	Attività presso Infrastrutture di ricerca	E' consuetudine che allievi del Dottorato in Fisica siano coinvolti in attività che facciano uso, o che siano destinate, alle infrastrutture di ricerca ammesse ufficialmente al finanziamento nell'ambito del Programma Nazionale per le Infrastrutture di Ricerca (PNIR). Ad esempio una allieva del Ciclo XXXVII ha un progetto di ricerca incentrato su DarkSide 20K, il cui potenziamento è parte della infrastruttura FARO2030 presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Altri allievi sono hanno fatto attività destinate all'infrastruttura KM3-NET dell'INFN. Altri collaborano a progetti scientifici destinati ad utilizzare l'infrastruttura LNSPOT-IR LNS dell'INFN, in via di realizzazione presso i Laboratori Nazionali del Sud. E' inoltre prevedibile che diversi allievi del dottorato di ricerca in Fisica possano utilizzare l'infrastruttura di calcolo IBISCO - IR IPCEI dell'INFN, che vede la Sezione INFN di Catania quale uno dei suoi poli principali, con un impegno finanziario pari al 17,3% dell'investimento complessivo. E' anche prevedibile che possa esserci una attività nella infrastruttura Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO), che vede gruppi attivi sia nell'ateneo catanese che nella Sezione INFN di Catania.	ASTROFISICA FISICA APPLICATA E DEI MATERIALI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI FONDAMENTALI E TECNOLOGIE QUANTISTICHE

### 5. Posti, borse e budget per la ricerca

#### Posti, borse e budget per la ricerca

	Descrizione	Posti	
<b>A - Posti banditi (includere le borse PNRR)</b>	1. Posti banditi con borsa	N. 17	
	2. Posti coperti da assegni di ricerca		
	3. Posti coperti da contratti di apprendistato		
	<b>Sub totale posti finanziati (A1+A2+A3)</b>	<b>N. 17</b>	
	4. Eventuali posti senza borsa	N. 1	
<b>B - Posti con borsa riservati a laureati in università estere</b>		N. 1	
<b>C - Posti riservati a borsisti di Stati esteri</b>			
<b>D - Posti riservati a borsisti in specifici programmi di mobilità internazionale</b>			
<b>E - Nel caso di dottorato industriale, posti riservati a dipendenti delle imprese o a dipendenti degli enti convenzionati impegnati in attività di elevata qualificazione (con mantenimento dello stipendio)</b>			
<b>F - Posti senza borsa riservati a laureati in Università estere</b>			
	<b>(G) TOTALE = A + B + C + D + E + F</b>	<b>N. 19</b>	
	<b>(H) DI CUI CON BORSA = TOTALE - A4 - F</b>	<b>N. 18</b>	

	Descrizione	Posti	
<b>Importo di ogni posto con borsa</b> (importo annuale al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(1) Euro: 16.243,00	Totale Euro: (1) x (H-D) x n. anni del corso	€ 877.122
<b>Budget pro-capite annuo per ogni posto con e senza borsa per attività di ricerca in Italia e all'Estero coerenti con il progetto di ricerca</b>  (in termini % rispetto al valore annuale della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(min 10% importo borsa; min 20% per dottorati nazionali): %10,00  (2) Euro: 1.624,3	Totale Euro: (2) x (G-D) x n. anni del corso	€ 92.585,1
<b>Importo aggiuntivo per mese di soggiorno di ricerca all'estero per ogni posto con e senza borsa</b> (in termini % rispetto al valore mensile della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(MIN 50% importo borsa mensile ): %50,00  Mesi (max 12, ovvero 18 per i dottorati co-tutela o con università estere): 6,00  (3) Euro: 4.060,75	Totale Euro: (3)x(G-D)	€ 77.154,25
<b>BUDGET complessivo del corso di dottorato</b>			<b>€ 1.046.861,35</b>

(2): (importo borsa annuale \* % importo borsa mensile)

(3): (% importo borsa mensile \* (importo borsa annuale/12) \* mesi estero)

**Fonti di copertura del budget del corso di dottorato (incluse le borse)**

FONTE	Importo (€)	% Copertura	Descrizione Tipologia (max 200 caratteri)
<b>Fondi ateneo (in caso di forma associata il capofila)</b>	71.565,40	5.33	Risorse proprie del bilancio di Ateneo
<b>Fondi MUR</b>	240.000,00	17.88	180.000 euro DM 118/2023 (3 borse di studio) e 60.000 euro DM 117/2023 (2 borse di studio)
di cui eventuali fondi PNRR	240.000,00		180.000 euro DM 118/2023 (3 borse di studio) e 60.000 euro DM 117/2023 (2 borse di studio)
<b>Fondi di altri Ministeri o altri soggetti pubblici/privati</b>	826.552,10	61.57	Finanziamenti da enti pubblici e privati
di cui eventuali fondi PNRR	669.252,90		Finanziamenti da enti pubblici e privati nell'ambito di progetti a valore sul PNRR
<b>Fondi da bandi competitivi a livello nazionale o internazionale</b>		0	
<b>Finanziamenti degli altri soggetti che partecipano alla convenzione/consorzio (nel caso di dottorati in forma associata)</b>	204.248,70	15.22	INFN
<b>Altro</b>		0	
<b>Totale</b>	1342366.2		

**Soggiorni di ricerca**

		Periodo medio previsto (in mesi per studente):	periodo minimo previsto (facoltativo)	periodo massimo previsto (facoltativo)
<b>Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)</b>	SI	mesi 6		
<b>Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)</b>	NO			
<b>Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)</b>	SI	mesi 6		

**Note**

(MAX 1.000 caratteri):

I finanziamenti ricevuti dai gruppi di ricerca a cui appartengono i supervisor dei singoli dottorandi vengono spesso messi a disposizione anche di questi ultimi, nei casi frequenti in cui gli obiettivi scientifici risultano congruenti e a seconda delle necessità.

Il motivo per cui viene richiesto un accreditamento per 30 posti nonostante che il numero di borse sia inferiore è che varie altre borse possono aggiungersi sfruttando la

medesima graduatoria o con un concorso suppletivo. Inoltre il Collegio dei Docenti è molto numeroso, comprendendo sia docenti universitari che ricercatori degli enti di ricerca, e detiene competenze adeguate a sostenere la formazione di numerosi allievi, articolando la loro attività grazie all'offerta di ben 4 curricula. Nell'ultimo Ciclo avviato (il XXXVIII) risultano attualmente iscritti 12 dottorandi, tutti con borsa di dottorato.

## 6. Strutture operative e scientifiche

### Strutture operative e scientifiche

Tipologia		Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
<b>Attrezzature e/o Laboratori</b>		<i>I numerosi laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica ed Astronomia dell'Universita' di Catania e dell'INFN a livello nazionale, nonché quelli degli Enti di ricerca del territorio (INAF-Catania, CNR-IMM di Catania) consentono l'utilizzo delle attrezzature in loro possesso per il lavoro di ricerca dei dottorandi. Sarà possibile anche l'utilizzo di alcune attrezzature del Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia.</i>
<b>Patrimonio librario</b>	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso	<i>Le biblioteche a disposizione degli studenti di dottorato sono: la biblioteca del Dipartimento di Fisica e Astronomia, la biblioteca dei Laboratori Nazionali del Sud, la biblioteca dell'Osservatorio Astrofisico (struttura dove e' ospitato il gruppo di Astrofisica del Dipartimento) e le altre di Ateneo. La copertura delle tematiche del corso e' del tutto assicurata. La consistenza complessiva in volumi supera alcune migliaia di esemplari.</i>
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)	<i>Le emeroteche del Dipartimento di Fisica ed Astronomia, dell'INFN e dell'Osservatorio Astrofisico coprono ampiamente tutte le tematiche del corso. Anche la copertura temporale per le riviste principali e' estremamente ampia.</i>
<b>E-resources</b>	<b>Banche dati</b> (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	<i>Tutte le banche dati accessibili on-line (ADS Abstract della NASA, ISI, NIST, ecc) sono consultabili dai dottorandi. Gli abbonamenti a numerose riviste specialistiche prevedono, oltre al cartaceo, una ancor più ampia possibilità di consultazione telematica e la possibilità di ottenere senza ulteriori costi gli articoli pubblicati in formato pdf.</i>
	<b>Software specificatamente attinenti ai settori di ricerca previsti</b>	<i>I software attinenti ai settori di ricerca previsti sono ampiamente presenti nei centri di calcolo del Dipartimento di Fisica e Astronomia e degli enti collegati (INFN, CNR, INAF, CSFNSM). Le facilities computazionali offerte dal Dipartimento di Fisica e Astronomia e dagli enti di ricerca sono del massimo livello sia dal punto di vista hardware che software.</i>
	<b>Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico</b>	<i>Gli spazi di lavoro e le risorse di calcolo a disposizione dei dottorandi all'interno del DFA e degli enti di ricerca collegati sono molto cospicue. Le facilities computazionali sono al massimo livello: il TIER2 della Sezione di Catania dell'INFN è collocato nell'edificio del DFA, mentre è già in via di completamento l'infrastruttura di calcolo del Programma Nazionale Infrastrutture di Ricerca IBISCO - IR IPCEI che vede nella Sezione INFN di Catania uno dei suoi poli principali.</i>
<b>Altro</b>		

### 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):

Conoscenza della lingua italiana ovvero della lingua inglese.

Eventuali note

### Modalità di ammissione

Modalità di ammissione

- Titoli
- Prova scritta
- Prova orale
- Progetto di ricerca

Per i laureati all'estero la modalità di ammissione è diversa da quella dei candidati laureati in Italia?

SI

se SI specificare:

- Titoli
- Prova orale
- Lingua
- Progetto di ricerca

### 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: 50
E' previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	SI	Ore previste: 50

**Note**

(MAX 1.000 caratteri):

La necessità di ammettere i candidati al Dottorato in Fisica su basi strettamente meritocratiche ha condotto alla scelta di avere, oltre alla valutazione dei titoli, anche prove nelle quali i candidati dimostrino la capacità di risolvere problemi di Fisica e di descrivere in maniera quantitativa i fenomeni naturali. Questa capacità rientra nel patrimonio di competenze di coloro che hanno conseguito la Laurea Magistrale in Fisica. Pertanto i candidati sosterranno una prova scritta ed un esame orale. Solo per i posti riservati a laureati in università straniere non è prevista la prova scritta, al fine di consentire lo svolgimento dell'esame in modalità telematica. Per i candidati laureati in Italia non sono previste prove di conoscenza di lingue straniere, ma è previsto che alle abilità linguistiche certificate siano riservati dei punti all'interno della valutazione dei titoli.

Chiusura proposta e trasmissione: 30/05/2023