



**AREA FISCO, PARTECIPATE, PRIVACY, NORMATIVA, CONTROLLO DI GESTIONE E
ATTIVITA' LEGATE ALLA TRASPARENZA E ANTICORRUZIONE**

UFFICIO MODIFICHE ALLA NORMATIVA D'ATENE0

IL RETTORE

- VISTA** la legge 19 novembre 1990, n. 341, ed, in particolare, l'articolo 11;
- VISTO** Il Decreto Ministeriale 22 ottobre 2004 n. 270;
- VISTO** lo Statuto di autonomia dell'Università della Calabria, emanato con decreto rettorale 23 marzo 2012, n. 562 e successive modificazioni e, in particolare, l'articolo 5.3, comma 3;
- VISTO** il Regolamento Didattico di Ateneo, emanato con decreto rettorale 30 settembre 2013, n. 1986 e successive modificazioni e, in particolare, l'articolo 13;
- VISTA** la delibera adottata nell'adunanza del 21 giugno 2017, con la quale il Consiglio del Dipartimento di FISICA ha proposto l'adozione del "*Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Fisica*";
- ACQUISITO** in merito, il parere favorevole del Consiglio di Amministrazione, reso nell'adunanza del 12 ottobre 2017;
- VISTA** la delibera adottata nell'adunanza del 26 marzo 2018, con la quale il Senato Accademico ha approvato il testo del Regolamento Didattico sopra richiamato;

DECRETA

Art. 1 – E' emanato il "Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Fisica (Classe delle Lauree Magistrali LM-17).

Art. 2 – Il testo del Regolamento richiamato al precedente articolo viene allegato al presente decreto per costituirne parte integrante.

Art. 3 - I competenti Uffici dell'Amministrazione avranno cura di procedere alla pubblicazione del Regolamento Didattico di cui all'articolo 1 nella sezione "Organizzazione dell'Ateneo", sotto-sezione "Statuto e Regolamenti- Regolamenti Didattici Corsi di Laurea. Applicazione 270/2004", del Portale *web* di Ateneo.

IL RETTORE
Prof. Gino Mirocle CRISCI



Allegato 1

Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale in Fisica (Classe LM 17)

SOMMARIO

<u>A. CORSO DI STUDIO, OBIETTIVI FORMATIVI ED ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ</u>	3
ART. 1 – VALORE ED EFFICACIA DEL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO.	3
ART. 2 – DESCRIZIONE DEL PERCORSO FORMATIVO.	3
ART. 3 – OBIETTIVI FORMATIVI.	3
ART. 4 – RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI.	4
ART. 5 – ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ NELL’OFFERTA FORMATIVA E DIDATTICA.	5
ART. 6 – SBOCCHI OCCUPAZIONALI E PROFESSIONALI .	6
<u>B. ORGANIZZAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DEL PERCORSO FORMATIVO</u>	6
ART. 7 – AMMISSIONE AL CORSO DI STUDIO E VERIFICA DELL’ADEGUATA PREPARAZIONE INIZIALE.	6
ART. 8 – ATTIVITÀ FORMATIVE.	7
ART. 9 – CREDITI FORMATIVI UNIVERSITARI.	7
ART. 10 – PIANO DI STUDIO DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE.	8
ART. 11 – ORGANIZZAZIONE TEMPORALE DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE.	9
ART. 12 – MODALITÀ DI VERIFICA DEL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI FORMATIVI.	9
ART. 13 – VERIFICA DEGLI OBBLIGHI DI FREQUENZA DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE.	10
ART. 14 – ATTIVITÀ DI TIROCINIO.	11
ART. 15 – PROVA FINALE PER IL CONSEGUIMENTO DEL TITOLO DI STUDIO.	11
ART. 16 – ATTRIBUZIONE DEL VOTO DI LAUREA.	12
ART. 17 – COMMISSIONI DI VERIFICA DEL RAGGIUNGIMENTO DEGLI OBIETTIVI DELLE SINGOLE ATTIVITÀ FORMATIVE.	12
ART. 18 – COMMISSIONE PER LA VALUTAZIONE DELLA PROVA FINALE.	13
<u>C. ORGANIZZAZIONE E REGOLAMENTAZIONE DI ALTRE ATTIVITÀ</u>	14
ART. 19 – RICONOSCIMENTO DELLE CONOSCENZE E DELLE ABILITÀ EXTRA-UNIVERSITARIE.	14
ART. 20 – ATTIVITÀ DI ORIENTAMENTO E TUTORATO.	14
ART. 21 – INTERNAZIONALIZZAZIONE E RICONOSCIMENTO DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE SVOLTE ALL’ESTERO.	15
ART. 22 – STUDENTI REGOLARMENTE IN CORSO, NON REGOLARMENTE IN CORSO E FUORI CORSO.	16
ART. 23 – MODALITÀ ORGANIZZATIVE DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE PER STUDENTI IMPEGNATI NEGLI STUDI NON A TEMPO PIENO	16
ART. 24 – PASSAGGI E TRASFERIMENTI.	17
ART. 25 – AMMISSIONE A SINGOLE ATTIVITÀ FORMATIVE.	17
ART. 26 – RINUNCIA AGLI STUDI E DECADENZA.	18
<u>D. ALLEGATI</u>	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
ALLEGATO 1A: CURRICULUM ASTROFISICA E GEOFISICA. PIANO DI STUDIO ED ELENCO DEI POSSIBILI INSEGNAMENTI A SCELTA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.



ALLEGATO 1B: CURRICULUM FISICA DELLA MATERIA. PIANO DI STUDIO ED ELENCO DEI POSSIBILI INSEGNAMENTI A SCELTA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
ALLEGATO 1C: CURRICULUM FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE. PIANO DI STUDIO ED ELENCO DEI POSSIBILI INSEGNAMENTI A SCELTA	22
ALLEGATO 2: SCHEDE DEGLI INSEGNAMENTI.	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
ALLEGATO 3: CRITERI PER L'ASSEGNAZIONE DEL "BONUS" PER IL CONSEGUIMENTO DELLA LAUREA MAGISTRALE IN FISICA.	80

A. Corso di Studio, obiettivi formativi ed Assicurazione della Qualità

ART. 1 – Valore ed efficacia del Regolamento Didattico del Corso di Studio.

1. Il presente regolamento, redatto in conformità alle disposizioni di cui all'Art. 12 del Decreto Ministeriale 22 ottobre 2004, n. 270 ed approvato ai sensi dell'Art. 13 comma 11 del Regolamento Didattico di Ateneo (emanato con DR 1986 del 30 settembre 2013 e successive modificazioni), disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Fisica in conformità alla normativa sovraordinata e nel pieno rispetto della libertà di insegnamento.

Art. 2 – Descrizione del percorso formativo.

1. Il Corso di Laurea Magistrale in Fisica, in seguito indicato "Corso di Studio", afferisce alla Classe delle Lauree magistrali LM-17, Fisica.
2. Il percorso formativo del Corso di Studio è caratterizzato da attività formative che consentono un approfondimento degli ambiti disciplinari della Fisica, sia sperimentale che teorica, nonché attività di Matematica ed Informatica, e di Chimica. Possono essere previste attività formative basate su ambiti disciplinari differenti purché coerenti con gli obiettivi formativi, ai sensi dell'Art. 3.
3. Il corso di studio si articola in tre curricula:
 - a. **Astrofisica e geofisica:** riguarda lo studio teorico e concettuale, l'analisi dati da terra e dallo spazio, e la simulazione numerica di vari sistemi astrofisici e delle relazioni Sole-Terra.
 - b. **Fisica della Materia:** riguarda lo studio sia teorico-concettuale che sperimentale e applicativo della materia e dei materiali, con particolare riguardo alla materia soffice, alla biofisica ed alla fisica delle superfici.
 - c. **Fisica Nucleare e Subnucleare:** riguarda lo studio, sia teorico-concettuale che sperimentale, della fisica dei nuclei e delle particelle elementari.
4. Sono previsti alcuni insegnamenti comuni ai vari curricula, come riportato in Appendice, ed insegnamenti che, assieme al lavoro di tesi, consentono di specializzarsi nei diversi settori di attività di ricerca attivi presso il Dipartimento di Fisica.
5. La durata normale del Corso di laurea Magistrale in fisica è di 2 anni, riducibili nel caso di crediti ottenuti prima dell'immatricolazione. Per conseguire la laurea Magistrale è necessario acquisire 120 CFU.

ART. 3 – Obiettivi formativi.

- 1 Il Corso di Studio intende fornire una preparazione approfondita in alcuni ambiti specifici della fisica



strettamente legati alle attività di ricerca attive presso il Dipartimento di Fisica. Chi consegue la Laurea Magistrale:

- a. avere una solida preparazione culturale nei vari settori della fisica moderna e nei suoi aspetti teorici, sperimentali e applicativi, nonché una solida padronanza del metodo scientifico di indagine;
- b. avere un'elevata preparazione scientifica ed operativa nelle discipline che caratterizzano la classe;
- c. avere un'approfondita conoscenza delle strumentazioni di misura e delle tecniche di analisi dei dati;
- d. avere un'approfondita conoscenza di strumenti matematici ed informatici di supporto;
- e. essere in grado di operare con ampia autonomia, anche assumendo responsabilità di progetti e strutture, nel campo della ricerca e dell'innovazione scientifica e tecnologica;
- f. essere in grado di utilizzare le conoscenze specifiche acquisite, a seconda del curriculum, o per l'utilizzazione e la progettazione di sofisticate strumentazioni di misura o per la modellizzazione di sistemi complessi nei diversi campi delle scienze ed anche in ambiti diversi da quello scientifico;
- g. essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari e tecnici.

Art. 4 – Risultati di apprendimento attesi.

- 1 I risultati di apprendimento attesi, comprese le competenze, rappresentano il risultato complessivo del processo di apprendimento di chi frequenta il Corso di Studio. In termini di descrittori di Dublino:
 - a. **Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):** chi consegue la laurea magistrale deve estendere e rafforzare la loro formazione, in modo da arrivare ad elaborare ed applicare idee originali in un contesto di ricerca nei settori scientifici in cui opera il Dipartimento di Fisica.
 - b. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding):** chi consegue la laurea magistrale deve essere capace di applicare le loro conoscenze e capacità di comprensione delle problematiche fisiche, nel risolvere problemi e tematiche nuove e non familiari, inserite in un contesto più ampio ed interdisciplinare, connessi ai settori della fisica oggetto del percorso formativo. Deve quindi essere in grado di dimostrare un approccio professionale allo studio ed all'analisi accurata di un fenomeno, sulla base di una comprensione sistematica e criticamente consapevole della conoscenza.
 - c. **Autonomia di giudizio (making judgements):** chi consegue la laurea magistrale deve essere capace di integrare le conoscenze e gestire la complessità, deve essere in grado di analizzare criticamente i dati sperimentali ed i contenuti fenomenologici e teorici di un modello fisico. Inoltre deve essere in grado di eseguire ricerche bibliografiche autonome sviluppando una familiarità con le riviste scientifiche di settore e formulare giudizi sulla base delle informazioni raccolte, anche se limitate o incomplete. Infine deve essere in grado di utilizzare gli archivi elettronici disponibili sul WEB, operando la necessaria selezione dell'informazione disponibile.
 - d. **Abilità comunicative (communication skills):** chi consegue la laurea magistrale deve essere in grado di elaborare e sviluppare in modo autonomo un argomento di ricerca, comunicare in modo chiaro e non ambiguo, ad un pubblico sia di specialisti che non specialisti, le



conclusioni a cui si arriva riguardo, nonché le problematiche fisiche che stanno alla base di una attività di ricerca, le conoscenze e la ratio ad esso sottese.

- e. **Capacità di apprendimento (learning skills):** chi consegue la laurea magistrale deve aver acquisito una comprensione diretta della natura e dei modi della ricerca in Fisica e di come questa sia applicabile a molti campi, anche diversi dalla Fisica stessa, così da essere in grado di affrontare nuovi ambiti di ricerca in maniera autonoma. Deve inoltre avere sviluppato capacità di apprendimento che possano consentire di continuare a studiare ed eseguire ricerche bibliografiche in modo autonomo.

ART. 5 – Assicurazione della Qualità nell’offerta formativa e didattica.

1. L’Assicurazione della Qualità nell’offerta formativa e didattica, ai sensi degli accordi europei ENQA (<http://www.enqa.eu/>) recepiti nei D.M. 47/2013 ed al D.M. 1059/2013, fa parte integrante delle politiche del Dipartimento di Fisica, ed è strettamente connessa ai momenti di individuazione delle sue prospettive di sviluppo. Si ritiene che la cultura della qualità rappresenti uno strumento fondamentale in grado di realizzare e mantenere un sistema organizzativo che soddisfi le esigenze di qualsiasi studente, garantendo un approccio sistematico e trasparente alla pianificazione, all’erogazione ed al controllo dei servizi offerti.
2. Nell’ambito dei processi di assicurazione della qualità, il Corso di Studio ha come obiettivo prioritario garantire il miglioramento continuo delle performance di ogni studente e della qualità dei servizi offerti. In particolare, al fine di favorire la qualità dell’offerta formativa e dei servizi didattici offerti, si prefigge di:
 - a. garantire il raggiungimento degli obiettivi formativi da parte di tutti, assicurando la qualità del percorso formativo;
 - b. attivare procedure di qualità nell’offerta formativa al fine di favorire il conseguimento del titolo di studio entro la durata biennale prevista;
 - c. attivare procedure di qualità nell’offerta formativa al fine di favorire il conseguimento del maggior numero di Crediti Formativi Universitari al primo anno di corso, ai sensi dell’Art. 9 del presente regolamento, in accordo con il sistema del monitoraggio e valutazione delle performance dell’ateneo;
3. La verifica del conseguimento di tali obiettivi avviene attraverso il monitoraggio continuo ed il controllo del percorso di studio dei singoli studenti, in modo da evidenziare situazioni anomale, sia per quanto riguarda i processi di apprendimento, sia in ordine a disfunzioni organizzative del Corso di Studio oppure a carichi di lavoro non adeguatamente distribuiti.
4. A tale scopo, in accordo con la Legge 240/2010 e per dare piena attuazione al D.M. 47/2013 ed al D.M. 1059/2013, il Dipartimento ha istituito la Commissione Didattica Paritetica docenti-studenti con il compito di svolgere attività di monitoraggio dell’offerta formativa e della qualità della didattica, nonché dell’attività di servizio agli studenti da parte di tutto il personale docente e ricercatore.
5. La Commissione Didattica Paritetica, convocata periodicamente dal Direttore del Dipartimento, effettua una adeguata e documentata attività di controllo e di indirizzo dell’assicurazione della qualità, da cui risultano pareri, raccomandazioni ed indicazioni nei confronti degli organi di gestione del Corso di Studio, di chi svolge attività didattica nel Corso di Studio e degli organi di governo dell’ateneo.
6. La Commissione Didattica Paritetica redige un rapporto annuale in cui vengono evidenziate le procedure relative all’assicurazione della qualità del singolo Corso di Studio. Il Consiglio di Dipartimento prende visione annualmente di tale rapporto.
7. Il Gruppo di Riesame, appositamente costituito nel Dipartimento, ha il compito di redigere il rapporto di riesame annuale del Corso di Studio al fine di tenere sotto controllo le attività di



formazione, i loro strumenti, i servizi e le infrastrutture. Sulla base di quanto emerge dall'analisi dei dati quantitativi e di indicatori derivati, tenuto conto delle criticità e delle osservazioni segnalate dalla Commissione Didattica Paritetica, il Rapporto di Riesame analizza e commenta:

- a. gli effetti delle azioni correttive annunciate nei rapporti precedenti;
 - b. i punti di forza e le aree da migliorare che emergono dall'anno accademico in esame;
 - c. gli interventi correttivi sugli elementi critici messi in evidenza, i cambiamenti ritenuti necessari in base alle mutate condizioni e le azioni volte ad apportare miglioramenti.
8. Con periodicità triennale, il Gruppo di Riesame redige un rapporto di riesame ciclico mettendo in luce la permanenza nel tempo della validità degli obiettivi formativi e del sistema di gestione utilizzato dal Corso di Studio per conseguirli, l'attualità della domanda di formazione che sta alla base del Corso di Studio, le figure professionali di riferimento e le loro competenze, la coerenza dei risultati di apprendimento attesi dal Corso di Studio nel suo complesso e dai singoli insegnamenti e l'efficacia del sistema di gestione del Corso di Studio. In occasione della stesura di tale rapporto, il Consiglio di Dipartimento procede ad una revisione del Regolamento Didattico del Corso di Studio.
9. Il Rapporto di Riesame ed il Rapporto di Riesame Ciclico sono formalmente approvati dal Consiglio di Dipartimento.

ART. 6 – Sbocchi occupazionali e professionali.

1. In funzione delle competenze acquisite chi consegue la laurea Magistrale in Fisica potrà svolgere, con funzioni di responsabilità, attività professionali in tutti gli ambiti che richiedono padronanza del metodo scientifico, specifiche competenze tecnico-scientifiche e capacità di modellizzare fenomeni complessi.
2. Il Corso di laurea Magistrale in Fisica prepara persone specialiste in Scienze Fisiche, in particolare Fisici e Astronomi (ISTAT 2.1.1.1) e più specificamente Fisici (ISTAT 2.1.1.1.1), Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze fisiche (ISTAT 2.6.2.0.1) e docenti di scienze matematiche e fisiche (ISTAT 2.6.3.2.1) per i quali è richiesta l'acquisizione dell'abilitazione e il superamento di prove concorsuali secondo la normativa vigente. Più in generale, la formazione scientifica è ad elevata specializzazione con ampi sbocchi occupazionali in settori di lavoro pubblico (centri di istruzione e ricerca, laboratori nazionali ed internazionali, istituti di ricerca) e/o privato (aziende di alto contenuto tecnologico, microelettronico, ottico, nano-tecnologico, biomedico e biotecnologico). A seconda della specializzazione, si può accedere ad attività lavorative nel campo della geofisica, della meteorologia, di fisica tecnica, di biofisica e fisica biomedica.

B. Organizzazione e regolamentazione del percorso formativo

ART. 7 – Ammissione al Corso di Studio requisiti curricolari e verifica dell'adeguata preparazione personale.

1. Possono iscriversi al Corso di Studio i laureati in possesso di una laurea triennale nella classe L-30, o di una laurea in discipline tecnico-scientifiche, o quanti siano in possesso di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.
2. L'adeguata preparazione personale richiesta per l'ammissione al Corso di Studio consiste in:
 - a. capacità logico-deduttive;



- b. conoscenze di fisica e matematica di base;
 - c. conoscenze della lingua inglese a livello B2-lower.
3. Il possesso dei requisiti curriculari e la verifica dell'adeguata preparazione personale saranno effettuati da una commissione formata da tre membri appositamente nominati dal Direttore del Dipartimento di Fisica.

ART. 8 - Attività formative.

1. L'elenco degli insegnamenti e delle altre attività formative del Corso di Studio con l'indicazione dell'eventuale articolazione in moduli, dei settori scientifico-disciplinari, dei crediti assegnati, degli obiettivi formativi specifici è riportato nell'Allegato 2 da considerarsi parte integrante del presente Regolamento.
2. Le attività formative che rappresentano l'offerta fissa contenuta nel Manifesto degli Studi sono i "corsi di insegnamento" e la "prova finale". Possono costituire altresì attività formative:
 - a. attività di tirocinio;
 - b. attività di progettazione interdisciplinare/laboratorio didattico di area;
 - c. corsi integrativi;
 - d. visite tecniche, viaggi di istruzione, escursioni ed attività di campo;
 - e. periodi di studio all'estero, anche nell'ambito di progetti di scambio dell'Unione Europea.
3. La verifica del raggiungimento degli obiettivi formativi, per ogni attività formativa, avviene di norma sotto forma di un esame. Il numero di esami non potrà, in ogni caso superare il limite massimo di 12, stabilito dalla normativa vigente.
4. Sulla base di giustificate esigenze didattiche e organizzative, e fermo restando il limite massimo di cui al comma 3, un insegnamento può essere articolato in moduli, ciascuno corrispondente ad argomenti che siano chiaramente individuabili all'interno di quelli complessivi dell'insegnamento. Ciascun modulo è affidato ad un unico docente che ne avrà la responsabilità didattica. Il personale docente responsabile dei singoli moduli in cui è articolato l'insegnamento è tenuto a concordare e coordinare i rispettivi programmi e le modalità di verifica del profitto.
5. Ogni corso di insegnamento deve essere accompagnato da una apposita scheda, in cui sono riportate tutte le informazioni utili per chi frequenta, ed in particolare:
 - a. il personale docente responsabile del corso di insegnamento ed i riferimenti alla loro reperibilità;
 - b. i contenuti generali del corso, il numero di crediti formativi attribuiti al corso, gli obiettivi formativi ed i risultati di apprendimento attesi;
 - c. le modalità di verifica del raggiungimento degli obiettivi formativi ed i criteri per l'assegnazione del voto finale;
 - d. una stima del carico di lavoro richiesto ad ogni studente per il raggiungimento degli obiettivi formativi.
6. Ogni scheda è riportata nel Manifesto degli Studi, e resa nota ad inizio dell'anno accademico.

ART. 9 – Crediti Formativi Universitari.

1. Per Credito Formativo Universitario (CFU) si intende l'impegno complessivo, in termini di ore, richiesto al singolo studente in possesso di adeguata preparazione personale, per il raggiungimento di determinati obiettivi formativi.
2. Ogni CFU impegna ogni studente per 25 ore di lavoro complessivo. La frazione dell'impegno orario



- riservata per lo studio individuale, o per altre attività formative, non può essere inferiore al 50% dell'impegno complessivo richiesto. Nell'ipotesi che ad una (1) ora di lezione frontale debbano corrispondere 3 ore di impegno individuale (oppure: per ogni studente), e ad una (1) ora di esercitazione in aula o in laboratorio debbano corrispondere due (2) ore di impegno individuale (oppure: per ogni studente), ne risulta che 1 CFU corrisponde ad 8 ore di lezioni frontali, oppure a 12 ore di esercitazione in aula o laboratorio.
3. La quantità media di impegno complessivo di apprendimento che deve svolgere in un anno ogni studente impegnato negli studi a tempo pieno è convenzionalmente fissata in 60 CFU. Per completare il percorso formativo è necessario acquisire 120 CFU. La durata normale del Corso di Studio è di due anni, riducibili nel caso di riconoscimento di CFU ottenuti prima dell'ammissione, secondo le modalità specificate nell'Art. 19.
 4. Gli insegnamenti del Corso di Studio sono articolati in 6, 9 o 12 CFU. Il numero di CFU attribuiti ad ogni singola attività formativa si intendono acquisiti in seguito al superamento del relativo esame, con le modalità ed i criteri di verifica stabiliti nelle schede relative ad ogni singolo insegnamento.

Art. 10 – Piano di studio delle attività formative.

1. Il Corso di Studio prevede che ogni studente, al fine di seguire un progetto formativo coerente con le inclinazioni e le aspettative personali, deve presentare il proprio piano di studio, indicando in particolare gli insegnamenti a scelta ed il relativo curriculum. Il piano di studio individuale è approvato dal Consiglio di Dipartimento.
2. Ogni studente, in regola con il pagamento delle tasse e dei contributi universitari, può chiedere di modificare il proprio piano di studio ogni anno. Le modifiche possono interessare le attività formative dell'anno di corso, quelle previste per gli anni successivi e quelle inserite negli anni precedenti i cui CFU non siano stati ancora acquisiti.
3. Ogni studente che partecipa a programmi di mobilità internazionale potrà chiedere di variare il proprio piano di studi in corso d'anno, prima della partenza ed al rientro, qualora intenda svolgere presso università estere attività formative non ricomprese nel piano precedentemente approvato.
4. E' possibile indicare nel piano di studio individuale insegnamenti che risultino aggiuntivi rispetto a quelli richiesti per il conseguimento del titolo. I relativi CFU, acquisiti a seguito di prove di accertamento del profitto sostenute con esito positivo, rimangono registrati nelle rispettive carriere e possono dare luogo a successivi riconoscimenti a sensi della normativa in vigore. Le votazioni ottenute non rientrano nel computo della media dei voti del calcolo finale. Gli esami o le prove in soprannumero non sono obbligatori ai fini del conseguimento del titolo di studio.
5. In conformità a quanto stabilito dal Regolamento Didattico di Ateneo i piani di studio individuali devono essere presentati al Dipartimento di Fisica entro il 31 ottobre di ogni anno. Essi vengono approvati dal Consiglio di Dipartimento e trasmessi ai competenti uffici per la didattica non oltre il 30 novembre dello stesso anno.
6. Dopo la chiusura della sessione di esami del primo periodo didattico di ogni anno accademico il singolo studente presenta, attraverso modalità stabilite anno per anno, un piano di lavoro per l'anno accademico successivo. Nel piano di lavoro, da predisporre di concerto con il docente-tutor, saranno indicati gli insegnamenti che si intendono seguire e/o gli esami che si intendono sostenere nel corso dell'anno accademico. Tale indicazione rappresenterà la formale iscrizione ai corsi ed ai corrispondenti esami per tutte le sessioni dell'anno accademico stesso. Nel piano di lavoro non potranno comunque essere indicati insegnamenti che complessivamente superino 78 CFU.



ART. 11 – Organizzazione temporale delle attività formative.

1. Le attività formative previste dal Corso di Studio si sviluppano in due semestri per anno. L'attività didattica per ciascun semestre si svolge in un periodo che va dalle 12 alle 15 settimane. In presenza di particolari esigenze didattiche è possibile prevedere che un insegnamento si estenda su due semestri, in questo caso si articolerà in moduli ciascuno dei quali non potrà superare un periodo.
2. Il Direttore del Dipartimento all'inizio di ogni semestre predispone e rende pubblico l'orario settimanale delle attività.
3. Gli insegnamenti che prevedono 3 o 4 ore di lezione settimanali sono di norma impartiti in non meno di due giorni alla settimana; quelli che ne prevedono 5 o 6 in non meno di tre giorni alla settimana e quelli che ne prevedono più di 6 in non meno di quattro giorni alla settimana. Questa suddivisione può essere modificata, limitatamente alle ore di laboratorio, per gli insegnamenti che prevedono attività di laboratorio.
4. L'orario delle attività didattiche sarà organizzato in maniera da favorire la frequenza dei corsi non ancora superati da parte di chi si iscrive ad anni accademici successivi a quello in cui viene tenuto il corso.

ART. 12 – Modalità di verifica del raggiungimento degli obiettivi formativi.

1. I CFU corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti con il superamento dell'esame o di altra forma di verifica del profitto determinata dal Consiglio di Dipartimento.
2. La verifica del raggiungimento degli obiettivi formativi è obbligatoria per tutte le attività formative previste dal presente Regolamento. L'accertamento del raggiungimento degli obiettivi formativi è individuale.
3. La verifica del raggiungimento degli obiettivi per le attività formative diverse dai corsi di insegnamento può non prevedere una votazione, ma soltanto una valutazione di "superato" (che determina l'acquisizione dei relativi CFU) o "non superato".
4. Il personale docente responsabile delle attività didattiche stabilisce le modalità di verifica del raggiungimento degli obiettivi formativi relativi ad ogni insegnamento e ad ogni altra forma di attività didattica, dandone comunicazione all'inizio del corso. Le stesse modalità di verifica vengono, altresì, riportate nelle schede relative ad ogni singolo insegnamento.
5. La verifica del raggiungimento degli obiettivi di ogni singola attività è demandata ad una Commissione, costituita ai sensi dell'Art. 17. Qualora sia prevista una votazione, l'accertamento del profitto si conclude per ogni studente, con la formulazione collegiale di un voto espresso in trentesimi, a seguito di una prova che può articolarsi in una delle seguenti forme:
 - i. in forma scritta/pratica;
 - ii. in forma orale;
 - iii. in forma scritta/pratica e orale.

Qualora la prova scritta sia l'unica forma di verifica, detta prova non può essere esclusivamente costituita da test a risposta multipla. Chi supera la prova scritta può comunque chiedere di sostenere l'orale.

7. L'esame di verifica del profitto si ritiene superato se la votazione ottenuta non è inferiore a 18/30. La votazione di 30/30 può essere accompagnata, a giudizio unanime della commissione esaminatrice, dalla lode. Nel caso di insegnamenti comprendenti attività di laboratorio, le prove scritte possono essere integrate, o sostituite, da una prova di laboratorio e/o dalle relazioni di laboratorio svolte sotto la responsabilità del personale docente titolare del corso.
8. L'esame di verifica del profitto per le attività didattiche suddivise in più moduli di insegnamento, è unico e non può essere suddiviso.



9. Chi presiede la Commissione stabilisce le modalità dell'accertamento del profitto, riportandole sulla singola scheda di insegnamento e dandone comunicazione in aula all'inizio del periodo di insegnamento dell'attività didattica.
10. Al fine di assicurare la qualità nell'offerta didattica, e per garantire un necessario monitoraggio e auto-valutazione in vista del pieno raggiungimento degli obiettivi formativi, per ogni insegnamento è prevista almeno una prova di verifica in itinere dell'andamento del corso di insegnamento. L'orario di svolgimento delle attività formative sarà organizzato in modo da tenere conto delle verifiche in itinere. Gli elementi acquisiti nel corso di tali verifiche potranno essere considerati in sede di esame secondo le modalità specificate nelle schede relative ad ogni insegnamento.
11. Per sostenere gli esami di verifica del profitto è necessaria l'iscrizione al corso di Studio, è necessario altresì essere in regola con il versamento delle tasse e dei contributi richiesti e con le disposizioni relative all'accertamento dell'obbligo di frequenza, di cui all'Art. 13 del presente Regolamento.
12. E' preliminare allo svolgimento degli esami di verifica del profitto, e costituisce condizione per la loro validità, l'accertamento da parte della commissione esaminatrice dell'identità di ogni candidato.
13. Gli esami di verifica del profitto sono pubblici e pubblica è la comunicazione delle votazioni riportate.
14. Gli esami di verifica del profitto che hanno avuto esito negativo non comportano necessariamente l'attribuzione di un voto.
15. Non è consentito ripetere un esame di verifica del profitto già sostenuto con esito positivo.
16. Gli esami di verifica del profitto relativi a corsi di insegnamenti dello stesso anno di corso devono, in ogni caso, essere fissati in modo tale da consentire di sostenere le relative prove in giorni distinti.
17. I calendari degli esami e l'organizzazione delle sessioni sono stabiliti nel Calendario Accademico all'inizio di ogni anno accademico. I calendari degli esami di verifica del profitto per i singoli insegnamenti sono stabiliti e resi pubblici dal Dipartimento di Fisica, anche per via telematica, con almeno 30 giorni di anticipo rispetto alla data di inizio.
18. Ogni studente regolarmente in corso può ripetere gli esami di verifica del profitto che hanno avuto esito negativo relativi agli insegnamenti e alle altre attività didattiche, nei relativi periodi di recupero previsti dal calendario delle prove di verifica.
19. La sessione di esami del primo periodo sarà tenuta di norma nel mese di febbraio, la sessione di esami del secondo periodo didattico sarà tenuta di norma nel mese di giugno. Le due sessioni di esami saranno costituite da 2 appelli per ognuno degli insegnamenti tenuti nel precedente periodo didattico. Gli appelli saranno programmate in modo che gli esami degli insegnamenti tenuti nel periodo didattico siano separati di almeno due giorni e che i due appelli per lo stesso insegnamento siano separati da almeno 15 giorni.
20. Nei mesi di luglio e di settembre saranno tenute due sessioni di esami di recupero. Nella sessione di luglio ci saranno due appelli per gli esami degli insegnamenti tenuti nel primo periodo didattico ed un appello per esami degli insegnamenti tenuti nel secondo periodo didattico mentre nella sessione di settembre si terrà un appello per gli esami degli insegnamenti tenuti nel primo periodo didattico e due appelli per esami degli insegnamenti tenuti nel secondo periodo didattico. Anche in questo caso gli esami di ogni insegnamento saranno programmati a distanza di almeno due giorni l'uno dall'altro.

ART. 13 – Verifica degli obblighi di frequenza delle attività formative.

1. La frequenza alle attività formative è di norma obbligatoria anche per chi studia non a tempo pieno.



2. Il personale docente responsabile dell'attività formativa è responsabile dell'accertamento della frequenza con modalità che debbono essere adeguatamente pubblicizzate dal personale medesimo all'inizio delle attività didattiche.
3. L'obbligo di frequenza di ogni singola attività formativa si ritiene assolto con la partecipazione alle prove di verifica in itinere e con la frequenza ad almeno il 70% delle ore complessive dedicata alla attività formativa.
4. Il singolo studente ha diritto in ogni caso, sempre che ne faccia richiesta all'inizio della lezione e previa esibizione del libretto di iscrizione, al rilascio da parte del personale docente dell'attività formativa di una dichiarazione attestante la sua presenza alla lezione.

ART. 14 – Attività di tirocinio.

1. I tirocini didattici possono svolgersi all'interno dei laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica e/o presso altre strutture dell'ateneo adeguate per lo svolgimento delle attività, ovvero all'esterno, presso altre strutture Universitarie, Enti pubblici o privati, Aziende, Studi professionali, Imprese e Industrie con cui l'Università della Calabria abbia stipulato apposita convenzione.
2. Per accedere alle attività di tirocinio previste dal piano di studio individuale è necessario aver già acquisito almeno 60 CFU sui 120 previsti.
3. L'assegnazione del tirocinio è effettuata dal Direttore del Dipartimento che provvede, altresì, ad individuare, tra il personale docente, chi svolgerà la supervisione delle relative attività in qualità di tutor accademico, di cui al successivo articolo 20. Nel caso di tirocinio svolto presso un soggetto ospitante esterno, al docente-tutor si affianca un tutor esterno designato dal soggetto ospitante stesso.
4. Il periodo di formazione dedicato allo svolgimento del tirocinio, in funzione dei CFU previsti dal piano di studio, si stabilisce ai sensi dell'Art. 9 del presente regolamento.
5. A conclusione del tirocinio, ogni studente presenta alla Direzione del Dipartimento una relazione scritta che descrive, anche in modo sintetico, le attività svolte durante il periodo ed i risultati raggiunti. La relazione presentata può costituire parte integrante della tesi di laurea magistrale. A tale relazione va allegata la valutazione sulle attività, espressa dal docente-tutor accademico nonché la valutazione del tutor esterno nel caso di tirocinio svolto presso un soggetto ospitante esterno.
6. Il personale docente incaricato della supervisione valuta l'impegno e la capacità dimostrate da ogni studente ed assegna alle attività di tirocinio un voto espresso in trentesimi. Il Direttore del dipartimento provvede alla registrazione del voto che influirà sulla valutazione finale .

ART. 15 – Prova finale per il conseguimento del titolo di studio.

1. La laurea magistrale in Fisica, si consegue previo superamento di una prova finale. Essa consiste nella presentazione di una tesi elaborata dallo studente in modo originale sotto la guida di un relatore, nella sua presentazione dinanzi ad apposita Commissione nominata secondo le modalità di cui all'Art. 18, seguita da una discussione sulle questioni eventualmente poste dai membri della commissione stessa. La tesi di laurea magistrale può essere redatta indifferentemente in lingua italiana o inglese.
2. La tesi ha per oggetto un argomento specifico proposto dallo studente nei settori disciplinari presenti nell'ordinamento del Corso di laurea magistrale e approvato dal Consiglio di Dipartimento.
3. Chi intende sostenere la prova finale presenta regolare domanda di ammissione alla Direzione del Dipartimento nel rispetto delle scadenze fissate annualmente e riportate nel calendario accademico, compilando l'apposito modulo sul sito internet www.unical.it/servizididattici.



4. E' necessario indicare nella domanda il relatore. Il Consiglio di Dipartimento assegna ad ogni studente un contro-relatore che, sulla base delle proprie competenze, ha il compito di valutare la tesi di laurea in vista dell'attribuzione del voto finale, ai sensi dell'art. 16.
5. Per sostenere la prova finale prevista per il conseguimento della Laurea magistrale in Fisica è necessario aver acquisito tutti i crediti previsti dall'ordinamento didattico del Corso di Studio e dal piano di studio individuale tranne quelli relativi alla prova finale stessa. E' necessario, altresì, essere in regola con il pagamento delle tasse e dei contributi universitari.
6. Chi ha maturato tutti i CFU previsti dal piano di studi individuale può conseguire il titolo di studio indipendentemente dal numero di anni di iscrizione all'università.
7. La tesi di laurea magistrale, corredata dalla firma di almeno un relatore, deve essere presentata in triplice copia, una in formato cartaceo e 2 in formato digitale, alla segreteria studenti del Dipartimento con almeno 15 giorni di anticipo rispetto alla data prevista per la prova finale.
8. Sono previste due sessioni ordinarie per lo svolgimento della prova finale, nel mese di luglio e nel mese di settembre di ogni anno. Il Consiglio di Dipartimento, all'inizio dell'anno accademico, può prevedere altre due sessioni di laurea straordinarie, una delle quali deve essere comunque fissata alla fine dell'anno solare. Le date delle prove finali sono definite dal Consiglio di Dipartimento e rese pubbliche dalla Direzione del Dipartimento, anche per via telematica, almeno un mese prima dell'inizio delle sessioni.
9. La discussione della prova finale per il conferimento del titolo di studio è pubblica. La data di conferimento del titolo è quella della discussione della prova finale. Il Dipartimento può prevedere la proclamazione in forma pubblica del conferimento del titolo di studio al termine di tale prova o in una o più cerimonie pubbliche annuali.

ART. 16 – Attribuzione del voto di laurea.

1. La votazione finale associata al titolo di studio è espressa in centodecimi.
2. Ai fini del conseguimento del titolo è necessario acquisire il punteggio minimo di sessantasei centodecimi.
3. La base della votazione finale è ottenuta calcolando la media, espressa in centodecimi, delle votazioni riportate in ciascuna attività formativa pesati sulla base dei relativi crediti.
4. La Commissione può aggiungere, alla media, un "bonus" massimo di 11 punti, la cui entità verrà determinata sulla base del curriculum globale del singolo candidato, tenendo in particolare conto le lodi conseguite nei singoli esami, la durata del percorso degli studi la relazione del relatore sull'impegno durante la preparazione della tesi di laurea e la relazione del contro-relatore. A chi raggiunge, in tal modo la votazione di 113/110, la Commissione può, con decisione unanime, attribuire la lode.
5. La menzione di curriculum particolarmente brillante sarà attribuita a chi presenta una media non inferiore a 108/110 sugli esami di profitto, ed almeno 6 esami superati con lode.
6. Ulteriori modalità di determinazione del voto sono specificate nell'Allegato 3 da considerarsi parte integrante del presente Regolamento.

ART. 17 – Commissioni di verifica del raggiungimento degli obiettivi delle singole attività formative.

1. Le Commissioni per la verifica del raggiungimento degli obiettivi relativi alle attività formative, sono nominate dal Direttore del Dipartimento di Fisica e sono, di norma, composte da 3 membri. La Commissione opera comunque validamente con la presenza effettiva di chi la presiede e di almeno



- un secondo componente.
2. Le Commissioni sono nominate all'inizio dell'anno accademico per la sua intera durata.
 3. La Commissione è presieduta, di norma, dal professore responsabile dell'attività formativa. Nel caso di attività formativa suddivisa in più moduli di cui sono responsabili professori diversi, la Commissione di accertamento del profitto è composta da tutti i professori responsabili dei diversi moduli e presiede la commissione il professore individuato dal Direttore del Dipartimento.
 4. Possono far parte della Commissione docenti di ruolo, supplenti o a contratto, ricercatori, professori incaricati stabilizzati e assistenti del ruolo ad esaurimento di materie afferenti al settore scientifico-disciplinare o a settore affine, anche se di altri Dipartimenti dell'Ateneo. Possono altresì far parte delle Commissioni cultori della materia, nominati secondo le modalità specificate nel regolamento di Dipartimento.
 5. Ove necessario, chi presiede la Commissione può richiedere al Direttore di Dipartimento la nomina di un congruo numero di membri al fine di ripartire il lavoro di accertamento del profitto in più sottocommissioni.
 6. Ogni sottocommissione opera validamente se formata da almeno due componenti, di cui almeno un docente di ruolo, supplente o a contratto, professore incaricato stabilizzato, ricercatore confermato o assistente del ruolo ad esaurimento, afferente al settore scientifico-disciplinare dell'insegnamento o a settore affine.
 7. Chi svolge le funzioni di Presidente fornisce alle sottocommissioni direttive di uniformità e vigila sull'osservanza delle stesse, mantenendo la responsabilità di tutti gli esami svolti.
 8. Nel caso di documentata indisponibilità del Presidente della Commissione, il Direttore di Dipartimento provvede alla nomina di un sostituto che ne assume le funzioni e gli obblighi.

ART. 18 – Commissione per la valutazione della prova finale.

1. La Commissione per la valutazione della prova finale è nominata dal Direttore di Dipartimento, ed è composta da almeno cinque membri, di cui almeno quattro Professori e/o Ricercatori dell'Ateneo di cui almeno tre professori di ruolo, responsabili di un corso di insegnamento ad essi affidati dal dipartimento di Fisica.
2. Possono far parte della Commissione docenti di ruolo, supplenti o a contratto, ricercatori, professori incaricati stabilizzati ed assistenti del ruolo ad esaurimento, anche se di altro Dipartimento dell'Ateneo.
3. Di norma, presiede la Commissione di valutazione della prova finale il Direttore di Dipartimento, ovvero il professore di prima fascia con maggiore anzianità di ruolo. Chi presiede la Commissione garantisce la piena regolarità dello svolgimento della prova e l'aderenza delle valutazioni conclusive ai criteri generali stabiliti dal Consiglio di Dipartimento.
4. Chi presiede la commissione designa tra i componenti il Segretario incaricato della verbalizzazione.
5. Il verbale è redatto contestualmente alla prova, anche con modalità informatizzate, e immediatamente sottoscritto dal candidato e da tutti i componenti della commissione.
6. Chi presiede la Commissione è tenuto a trasmettere all'ufficio competente i verbali delle prove effettuate al termine delle prove stesse.



C. Organizzazione e regolamentazione di altre attività

ART. 19 – Riconoscimento delle conoscenze e delle abilità extra-universitarie.

1. Il Consiglio di Dipartimento può riconoscere come CFU le conoscenze e le abilità culturali e professionali certificate individualmente–ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione e realizzazione l'Università abbia concorso.
2. Il riconoscimento presuppone la valutazione della congruenza delle abilità o delle conoscenze acquisite dal singolo studente con gli specifici obiettivi formativi del Corso di Studio e con i risultati di apprendimento attesi.
3. A chi si iscrive al Corso di Laurea Magistrale in Fisica non verranno comunque riconosciuti più di 12 CFU. Le attività già riconosciute ai fini dell'attribuzione di CFU nell'ambito del Corso di Laurea in Fisica, non possono essere nuovamente riconosciute come CFU nell'ambito del Corso di Laurea Magistrale in Fisica. Sono escluse forme di riconoscimento attribuite collettivamente.
4. Solo le attività formative di tipo universitario con una votazione espressa in trentesimi, ancorché erogate in convenzione, salvo quanto diversamente previsto dai regolamenti di Ateneo, possono essere riconosciute come equipollenti a lezioni o seminari delle attività di base, caratterizzanti, affini o integrative. Nella tipologia delle altre attività possono essere riconosciute tutte le altre conoscenze e abilità. I rapporti tra le parti per l'attuazione di tali attività formative sono regolati con atti di convenzione. La partecipazione dell'Università alle attività di cui al presente comma è deliberata dal Senato Accademico su proposta del Consiglio di Dipartimento.

ART. 20 – Attività di orientamento e tutorato.

1. Le attività di orientamento e tutorato per gli studenti del Corso di Studio sono finalizzate ad assicurare la Qualità dell'offerta formativa e didattica di cui all'Art. 5. Responsabile delle attività di tutorato è il Direttore di Dipartimento. A tal fine il Direttore del Dipartimento assegna ad ogni studente, un docente-tutor e ne dà comunicazione a tutte le persone interessate. L'assegnazione deve garantire una distribuzione uniforme di studenti tra docenti di ruolo e ricercatori. Su indicazione del Direttore del Dipartimento, distinte attività di orientamento e tutorato potranno essere svolte da studenti iscritti a Corsi di Dottorato di Ricerca.
2. L'obiettivo delle attività di orientamento e tutorato è quello di orientare e assistere nel corso degli studi, rendere attivamente partecipi del processo formativo, aiutare a rimuovere gli ostacoli per una proficua frequenza delle attività formative e assistere nelle scelte formative. Tra le attività sono comprese:
 - a. il supporto per il superamento di eventuali ostacoli cognitivi che possono inficiare il superamento delle prove di accertamento del profitto o che, a seguito dell'attività di monitoraggio continuo, dovessero essere previste difficoltà nel raggiungimento degli obiettivi formativi o nella acquisizione di un congruo numero di CFU;
 - b. l'organizzazione di corsi intensivi previsti ed attivati dal Consiglio di Dipartimento, per il supporto o il recupero di obiettivi formativi specifici;
 - c. attività di indirizzo, in modo da fornire ad ogni studente un riferimento specifico per la stesura del piano di studio individuale, per un più proficuo proseguimento degli studi o di accompagnamento per l'inserimento nel mondo del lavoro.



ART. 21 – Internazionalizzazione e riconoscimento delle attività formative svolte all'estero.

1. Il Dipartimento favorisce gli scambi di studenti con Università estere secondo un principio di reciprocità, mettendo a disposizione degli studenti ospiti le proprie risorse didattiche e offrendo supporto organizzativo e logistico agli scambi. Tali scambi devono avvenire secondo convenzioni preventivamente approvate dall'Università.
2. Il Direttore del Dipartimento individua tra il personale docente chi ha delega a curare i rapporti con le università convenzionate, a raccogliere le domande degli studenti, a formulare proposte al Consiglio in merito alle equipollenze delle attività formative svolte all'estero ed al numero di CFU corrispondenti nell'ambito dell'offerta formativa del Corso di Laurea Magistrale in Fisica, incluso l'eventuale modalità di riconoscimento del titolo acquisito all'estero.
3. Ogni studente interessato allo svolgimento di attività formative all'estero deve presentare in tempo utile domanda al Consiglio di Dipartimento, allegando la documentazione disponibile relativa alle attività formative che intende seguire all'estero (compresi il numero di crediti e una descrizione del contenuto di ciascuna attività formativa, il numero di ore di lezione e di esercitazioni, e le modalità di accertamento del profitto) e di cui intende richiedere il riconoscimento.
4. Il Consiglio di Dipartimento delibera entro il termine del 30 Settembre di ogni anno accademico, su quali siano le frequenze, le attività formative, i relativi settori scientifico-disciplinari, e i crediti riconoscibili come equivalenti e riconducibili ad attività formative previste nel Piano di studio individuale. Qualora le attività formative da svolgere presso Università estere non siano previste nel piano di studio individuale, il Consiglio di Dipartimento adotta apposita delibera indicante la variazione del piano di studio medesimo che deve essere recepita con decorrenza dalla data della stessa delibera, ovvero per l'anno accademico in corso e non per quello successivo.
5. Per ogni studente in mobilità *Erasmus studio* per ricerca tesi per un periodo non inferiore a tre mesi, il Consiglio di Dipartimento, delibera di assegnare almeno 10 CFU, all'interno di quelli previsti per la prova finale, per il lavoro di ricerca tesi svolto nella sede *partner*.
6. Per ogni studente in mobilità *Erasmus Traineeship*, il Consiglio di Dipartimento può assegnare, a seguito di valutazione positiva del periodo stesso, 10 CFU, tra i CFU a scelta dello studente, se non già utilizzati, oppure tra i CFU del lavoro di tesi di Laurea, qualora lo studente non abbia già fruito di un periodo di mobilità *Erasmus* per ricerca tesi. I CFU possono essere assegnati in parte sulle attività a scelta dello studente e in parte sul lavoro di tesi di Laurea. Il Consiglio di Dipartimento delibera i criteri per il riconoscimento dei CFU conseguiti in *Erasmus studio* per ricerca tesi e in *Erasmus Traineeship* e da assegnare tra i CFU a scelta dello studente e tra i CFU per il lavoro di tesi.
7. Al termine del periodo di permanenza all'estero, sulla base della documentazione e della certificazione esibita dallo studente, o inviata direttamente dall'ateneo ospitante, il Consiglio di Dipartimento emana la delibera relativa al riconoscimento delle frequenze, delle attività formative, con i relativi settori scientifico-disciplinari, dei crediti e dell'esito dell'eventuale accertamento del profitto, in modo che siano direttamente riferibili ad attività formative previste nel piano di studio individuale.
8. Nel caso di richiesta di integrazione di esami sostenuti durante la mobilità Erasmus Studio, i CFU devono essere assegnati, a seguito di superamento dell'esame integrativo, come CFU conseguiti interamente in Erasmus.
9. Ogni studente può presentare al Consiglio di Dipartimento istanza di riconoscimento in itinere delle attività formative, svolte presso Università estere, diverse da quelle autorizzate motivando adeguatamente la ragione della difformità. Su tali istanze il Consiglio di Dipartimento esprime parere con urgenza.
10. Copia delle delibere del Consiglio di Dipartimento per il riconoscimento delle attività formative degli studenti in mobilità deve essere trasmessa all'Ufficio Speciale per la mobilità Erasmus ovvero



all'Ufficio speciale per le relazioni Internazionali, per la mobilità non Erasmus.

ART. 22 – Studenti regolarmente in corso, non regolarmente in corso e fuori corso.

1. Può essere iscritto al secondo anno regolarmente in corso è necessario acquisire nel corso del primo anno, almeno 40 CFU.
2. Ogni studente impegnato a tempo pieno che non soddisfi le condizioni di cui ai commi precedenti può, a sua scelta:
 - a. Iscrivere come studente impegnato non a tempo pieno regolarmente in corso, ove abbia acquisito i crediti previsti per tale percorso;
 - b. Iscrivere in qualità di studente non regolarmente in corso.La scelta non è soggetta all'esistenza di ulteriori requisiti, ma il passaggio è operativo solo a partire dall'anno accademico immediatamente successivo a quello in cui viene esercitata l'opzione.
3. Lo studente impegnato non a tempo pieno è iscritto regolarmente in corso a ciascun anno di corso successivo al primo se ha acquisito almeno il 50% dei CFU relativi all'anno, o agli anni precedenti, previsti dal suo piano di studio.
4. Ogni studente non a tempo pieno che non soddisfi le condizioni di cui al comma precedente viene considerato iscritto non regolarmente in corso.
5. Viene considerato fuori corso chi, pur avendo seguito le attività formative del Corso di Studio per l'intera sua durata, non abbia acquisito entro il 31 dicembre immediatamente successivo alla fine dell'ultimo anno di iscrizione tutti i CFU richiesti per il conseguimento del titolo.
6. Studenti non regolarmente in corso e studenti fuori corso sono oggetto di specifiche attività di recupero individuali o di gruppo nei limiti delle risorse disponibili.
7. Fatte salve le eventuali propedeuticità in essere, gli studenti non regolarmente in corso possono frequentare le attività formative previste per l'anno di corso cui sono iscritti e sostenere le relative prove di accertamento del profitto.

ART. 23 – Modalità organizzative delle attività formative per studenti impegnati negli studi non a tempo pieno

1. Chi si immatricola o si iscrive al Corso di laurea Magistrale in Fisica può operare la scelta tra impegno a tempo pieno o impegno non a tempo pieno. In assenza di tale specifica opzione, lo studente è considerato come impegnato a tempo pieno.
2. Chi opta per l'impegno non a tempo pieno deve presentare contestualmente alla tale richiesta si opzione una proposta di piano di studio articolato su tre o quattro anni che rispetti le propedeuticità esistenti e preveda un impegno medio annuo corrispondente al conseguimento di non più di 40 e non meno di 30 CFU. La proposta di piano di studio presentata dovrà essere sottoposta ad approvazione da parte del Consiglio di Dipartimento nella prima seduta utile.
3. Ogni studente impegnato a tempo pieno negli studi può chiedere di passare al percorso formativo riservato a studenti impegnati non a tempo pieno indicando l'anno cui chiede di essere iscritto. Ogni studente impegnato non a tempo pieno negli studi può chiedere di passare al percorso formativo del medesimo Corso di Studio riservato agli studenti impegnati a tempo pieno, indicando l'anno del Corso di Studio cui chiede di essere iscritto. In entrambi i casi la richiesta deve essere inoltrata secondo le modalità specificate nel Regolamento Didattico di Ateneo. Il passaggio ha comunque luogo all'inizio dell'anno accademico immediatamente successivo a quello in cui è stata presentata la richiesta.



4. Gli studenti impegnati non a tempo pieno sono oggetto di specifiche attività di tutorato volte ad aiutarli nel superamento delle difficoltà incontrate.
5. L'opzione per l'impegno non a tempo pieno, è lasciata all'autonoma decisione del singolo studente e non può essere soggetta all'esistenza di requisiti di alcun tipo.

ART. 24 – Passaggi e trasferimenti.

1. Sono possibili trasferimenti, da altri atenei, e passaggi, da altri corsi di studio. Ogni studente interessato deve presentare una formale richiesta alla Direzione del Dipartimento, di norma nel periodo 1 agosto - 10 settembre, utilizzando il sito www.unical.it/servizididattici, allegando apposita autocertificazione, attestante l'anno di immatricolazione, la denominazione di ciascuna attività formativa per la quale sia stata superata la relativa prova, la data del superamento e la votazione eventualmente riportata ed i programmi di ciascuna attività formativa.
2. Le attività didattiche riconosciute valide ai fini del raggiungimento degli obiettivi formativi, il numero di CFU che risultano già acquisiti, eventuali colloqui integrativi e l'anno di iscrizione, sono stabiliti dal Consiglio di Dipartimento sulla base della valutazione del curriculum, entro e non oltre il 30 Settembre.
3. Il Consiglio di Dipartimento assicura il riconoscimento del maggior numero di crediti già maturati, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Nel caso di corsi di studio appartenenti alla Classe LM-17 il riconoscimento dei crediti non può essere inferiore ad 80% di quelli già maturati. L'eventuale mancato riconoscimento di crediti maturati sarà in ogni caso adeguatamente motivato.
4. Compete altresì al Consiglio di Dipartimento la valutazione dell'avvenuto accertamento del possesso dell'adeguata preparazione personale.
5. Tutti gli studenti già iscritti al Corso di Laurea e di Laurea Specialistica in Fisica dei precedenti ordinamenti didattici alla data di entrata in vigore del nuovo ordinamento didattico (di cui al Decreto Ministeriale n. 270 del 2004) possono portare a conclusione gli studi e conseguire il relativo titolo, secondo gli ordinamenti didattici previgenti. I medesimi studenti hanno, altresì, la facoltà di optare per l'iscrizione al Corso di laurea Magistrale in Fisica del nuovo ordinamento. A tal fine è necessario presentare formale istanza al Consiglio di Dipartimento con le modalità dal medesimo organo individuate.
6. Nel caso di presentazione di un numero di richieste superiore al numero dei posti disponibili, il Consiglio provvederà a redigere una graduatoria di merito. La graduatoria sarà stilata considerando il numero di crediti riconosciuti.
7. Chiunque sia in possesso di un titolo di studio universitario può chiedere l'iscrizione a un anno successivo al primo del Corso di Laurea Magistrale e chiedere il riconoscimento di tutta o di parte dell'attività formativa completata per l'acquisizione del titolo di studio posseduto, secondo le modalità e nei termini stabiliti nei precedenti commi.

ART. 25 – Ammissione a singole attività formative.

1. Chiunque sia in possesso di titolo idoneo per l'ammissione al Corso di Studio e abbia interesse ad accedere alle attività formative offerte dal Dipartimento di Fisica per motivi di aggiornamento culturale e professionale, o al fine di acquisire i requisiti curriculari necessari all'iscrizione ad un Corso di Studio del Dipartimento di Fisica, può chiedere l'iscrizione ad una o più attività formative specifiche.
2. L'istanza deve essere presentata alla Direzione del Dipartimento utilizzando il sito www.unical.it/servizididattici, entro e non oltre una settimana dall'inizio dei corsi di insegnamento



- che si intendono seguire, e la sua accettazione è subordinata al parere favorevole da parte del Consiglio di Dipartimento.
3. Alla conclusione delle attività formative chi si iscrive ha diritto a sostenere le relative prove di accertamento del profitto, ad avere regolare attestazione delle attività formative svolte e dell'esito dell'accertamento del profitto. I CFU acquisiti mediante il superamento delle prove di accertamento del profitto relativo a singole attività formative possono essere riconosciuti e convalidati nel caso di successiva iscrizione a un Corso di Studio.
 4. L'importo della contribuzione dovuta da coloro che si iscrivono a singole attività formative verrà indicato annualmente nel decreto rettorale relativo alle tasse e ai contributi.
 5. L'iscrizione alle singole attività formative è incompatibile con l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale in Fisica.

ART. 26 – Rinuncia agli studi e decadenza.

1. Chi intende rinunciare agli studi dovrà compilare apposita domanda secondo le modalità previste dalle normative vigenti sul sito www.unical.it/servizididattici.
2. Si decade automaticamente dalla qualità di studente se non si supera alcuna verifica delle attività formative entro tre anni solari dalla data di prima immatricolazione o iscrizione all'Università, o non si conseguono almeno 60 CFU previsti dall'ordinamento didattico del Corso di Studio entro i cinque anni solari dalla data di prima immatricolazione o iscrizione all'Università. I periodi di sospensione, regolarmente richiesti, non sono valutati ai fini del calcolo della decadenza. Coloro che sono ancora iscritti ai Corsi di Laurea del vecchio ordinamento, precedente il D.M. n. 509/1999, decadono se non sostengono esami per otto anni consecutivi, a eccezione di chi, avendo superato tutti gli esami previsti dal proprio piano di studi, debba solo sostenere l'esame finale di laurea. Per ulteriori norme si demanda al Regolamento Didattico di Ateneo.
3. Chi abbia rinunciato agli studi o sia incorso nella decadenza può chiedere il riconoscimento della precedente carriera con una apposita domanda che dovrà essere compilata sul sito www.unical.it/servizididattici e presentata alla Direzione del Dipartimento tra il primo agosto ed i dieci settembre. Il Consiglio di Dipartimento, entro il 30 settembre, delibera sul riconoscimento parziale o totale della precedente carriera, anche in termini di CFU acquisiti.
4. Alla domanda di cui al comma precedente deve essere allegata autocertificazione attestante l'anno di immatricolazione, la denominazione di ciascuna delle attività formative per le quali è stata superata la relativa prova, la data del superamento e la votazione eventualmente riportata. Coloro i quali provengano da altra Università sono tenuti, inoltre, ad allegare i programmi di ciascuna attività formativa.


D. ALLEGATI
ALLEGATO 1a: Curriculum ASTROFISICA E GEOFISICA. Piano di studio ed elenco dei possibili insegnamenti a scelta

Anno di corso	Insegnamento	Attività formativa	Ambito disciplinare	Settore Scientifico Disciplinare	CFU Lez	CFU Eser	CFU Lab	CFU
I	Acquisizione e Trattamento Dati	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01, FIS/05, FIS/06, FIS/07	4	-	2	6
	Processi Fisici di base in Astrofisica	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
	Fisica dei Sistemi Complessi	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/02, FIS/03, FIS/06	5	1	-	6
	Fisica del Mezzo Circumterrestre e dello Spazio Interplanetario	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
	Fisica Nucleare e Subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
	Informatica Avanzata	Altre attività formative		INF/01	4	-	2	6
	Laboratorio di Astrofisica e	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e	FIS/05,	3	-	3	6



	Geofisica		spaziale	FIS/06				
	Legame Chimico e Strutture	Affine o integrativa		CHIM/02 CHIM/03	4	2	-	6
	Matematica Avanzata per la Fisica	Affine o integrativa		MAT/07	5	1	-	6
	Meccanica Quantistica 2	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	4	2	-	6
II	Fisica Solare e Relazioni Sole-Terra	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
	Metodi Numerici Avanzati	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	5	1	-	6
	Insegnamenti a scelta dello studente	Altre attività formative						12
	Tesi	Altre attività formative						36

ALLEGATO 1a: Curriculum FISICA DELLA MATERIA. Piano di studio ed elenco dei possibili insegnamenti a scelta.

(* Un insegnamento a scelta tra quelli proposti)

Anno di corso	Insegnamento	Attività formativa	Ambito disciplinare	Settore Scientifico Disciplinare	CFU Lez	CFU Eser	CFU Lab	CFU
I	Acquisizione e Trattamento Dati	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01, FIS/05, FIS/06, FIS/07	4	-	2	6



	Processi Fisici di base in Astrofisica	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
	Fisica dei Sistemi Complessi	Caratterizzante	Astrofisico, geofisico e spaziale	FIS/02, FIS/03 FIS/06	5	1	-	6
	Fisica Nucleare e Subnucleare	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/01	5	1	-	6
	Informatica Avanzata	Altre attività formative		INF/01	4	-	2	6
	- Laboratorio di Biofisica* - Laboratorio di Fisica della Materia*	Caratterizzante	Microfisico e della struttura della materia	FIS/03	3	-	3	6
	Matematica Avanzata per la Fisica	Affine o integrativa		MAT/07	5	1	-	6
	Legame Chimico e Strutture	Affine o integrativa		CHIM/02 CHIM/03	4	2	-	6
	Meccanica Quantistica 2	Caratterizzante	Teorico e dei fondamenti della fisica	FIS/02	4	2	-	6
	- Metodi Fisici della Biomedicina* - Fisica delle Superfici*	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	4	2	-	6
II	- Biofisica* - Fisica dei Solidi* - Fisica della Materia Soffice*	Caratterizzante	Sperimentale e applicativo	FIS/07	5	1	-	6
	Spettroscopie	Caratterizzante	Sperimentale e	FIS/01	4	1	1	6



	Lineari e non Lineari		applicativo					
	Insegnamenti a scelta dello studente	Altre attività formative						12
	Tesi	Altre attività formative						36

ALLEGATO 1c: Curriculum FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE. Piano di studio ed elenco dei possibili insegnamenti a scelta

Anno di corso	Insegnamento	Attività formativa	Ambito disciplinare	Settore Scientifico Disciplinare	CFU Lez	CFU Eser	CFU Lab	CFU
I	Acquisizione e Trattamento Dati	Sperimentale e applicativo	Caratterizzante	FIS/01, FIS/05, FIS/06, FIS/07	4	-	2	6
	Processi Fisici di Base in Astrofisica	Microfisico e della struttura della materia	Caratterizzante	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
	Fisica dei Sistemi Complessi	Astrofisico, geofisico e spaziale	Caratterizzante	FIS/02, FIS/03, FIS/06	5	1	-	6
	Fisica Nucleare e Subnucleare	Sperimentale e applicativo	Caratterizzante	FIS/01	5	1	-	6
	Informatica Avanzata		Altre attività formative	INF/01	4	-	2	6
	Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare	Microfisico e della struttura della materia	Caratterizzante	FIS/01	2	-	4	6
	Legame Chimico e Strutture		Affine o integrativa	CHIM/02 CHIM/03	4	2	-	6



	Matematica Avanzata per la Fisica		Affine o integrativa	MAT/07	5	1	-	6
	Meccanica Quantistica 2	Teorico e dei fondamenti della fisica	Caratterizzante	FIS/02	4	2	-	6
	Teoria dei Campi parte A	Teorico e dei fondamenti della fisica	Caratterizzante	FIS/02	5	1	-	6
II	Fisica Superiore parte A	Sperimentale e applicativo	Caratterizzante	FIS/01	5	1	-	6
	Fisica Superiore parte B	Sperimentale e applicativo	Caratterizzante	FIS/01	5	1	-	6
	Insegnamenti a scelta dello studente		Altre attività formative					12
	Tesi		Altre attività formative					36

Elenco degli insegnamenti attivabili dal Corso di Studio.

Insegnamento	SSD	CFU Lez.	CFU Es.	CFU Lab.	CFU
Acquisizione e Trattamento dati	FIS/01, FIS/05, FIS/06, FIS/07	4	-	2	6
Biofisica	FIS/07	5	1	-	6
Astronomia Extragalattica e Cosmologia	FIS/05	4	2	-	6
Biofisica Computazionale	FIS/07	4	2	-	6
Cristalli Liquidi	FIS/01, FIS/03	4	-	2	6

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



	FIS/07				
Dinamica dell'atmosfera e Meteorologia	FIS/06	4	2	-	6
Elaborazione Dati e Tecniche Monte Carlo in Fisica delle Alte Energie	FIS/01	4	1	1	6
Elementi di Fisica Sanitaria	FIS/01, FIS/07	4	2	-	6
Fisica Nucleare e Subnucleare	FIS/01	5	1	-	6
Fisica dei Sistemi Complessi	FIS/02, FIS/03, FIS/06	5	1	-	6
Fisica dei Solidi	FIS/03, FIS/07	5	1	-	6
Fisica dei Plasmi	FIS/03	5	1	-	6
Fisica della Materia Soffice	FIS/01, FIS/03, FIS/07	5	1	-	6
Fisica delle Superfici	FIS/01, FIS/03, FIS/07	4	2	-	6
Fisica del Mezzo Circumterrestre e dello Spazio Interplanetario	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
Fisica Medica e Laboratorio	FIS/07	3	1	2	6
Fisica Solare e Relazioni Sole-Terra	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
Fisica Superiore (parte A)	FIS/01	5	1	-	6
Fisica Superiore (parte B)	FIS/01	5	1	-	6
Fisica Teorica della Materia	FIS/03	5	1	-	6
Informatica Avanzata	INF/01	4	-	2	6
Laboratorio di Astrofisica e Geofisica	FIS/05, FIS/06	3	-	3	6
Laboratorio di Biofisica	FIS/03, FIS/07	3	-	3	6
Laboratorio di Fisica della Materia	FIS/01, FIS/03,	3	-	3	6



	FIS/07				
Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare	FIS/01	3	-	3	6
Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare Avanzato	FIS/01	3	-	3	6
Legame Chimico e Strutture	CHIM/02 CHIM/03	4	2	-	6
Matematica Avanzata per la Fisica	MAT/07	5	1	-	6
Meccanica Quantistica 2	FIS/02	4	2	-	6
Metodi fisici della biomedicina	FIS/07	4	2	-	6
Metodi Numerici Avanzati	FIS/03	5	1	-	6
Processi Fisici di base in Astrofisica	FIS/05, FIS/06	5	1	-	6
Spettroscopia Elettronica	FIS/01, FIS/03, FIS/07	4	1	1	6
Tecniche Fisiche di Diagnostica Medica	FIS/01, FIS/07	4	2	-	6
Tecniche Spettroscopiche	FIS/01, FIS/03, FIS/07	4	1	1	6
Teoria dei Campi (parte A)	FIS/02	4	2	-	6
Teoria dei Campi (parte B)	FIS/02	4	2	-	6
Teorie di gauge	FIS/02	4	2	-	6

ALLEGATO 2: Schede degli insegnamenti.

ACQUISIZIONE E TRATTAMENTO DATI

Denominazione insegnamento	Acquisizione e trattamento dati
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/07

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Principio di Massima Verosimiglianza, Metodo dei minimi quadrati applicato a fit non lineari, Metodi di riduzione del rumore bianco, Campionamento di segnali, Fast Fourier Transform, Aliasing, Interferometri, L'Amplificatore Lock-in, Sistemi di Acquisizioni dati e processi fisici, Trasduttori, Filtri Digitali, Microcontrollori.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Acquisizione e Trattamento Dati</i> intende descrivere tecniche avanzate di acquisizione e trattamento dei dati sperimentali, con particolare attenzione all'acquisizione in tempo reale e alla rappresentazione dei dati negli strumenti digitali.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: controllo del rumore, campionamento di un segnale, filtraggio, segnale nello spazio di Fourier.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> : saper programmare e utilizzare sistemi di acquisizione in processi di interesse fisico.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: valutazione autonoma dei metodi sperimentali da utilizzare.</p>	



	<p><u>Abilità comunicative</u>: saper rappresentare e discutere i dati ottenuti dall'analisi di segnali dovuti a processi fisici.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: acquisizione e filtraggio dei dati.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

INFORMATICA AVANZATA

Denominazione insegnamento	Informatica Avanzata	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	INF/01	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Altre attività formative	
Ambito disciplinare	Informatica	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	-
	<i>Ore di Laboratorio</i>	24
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Puntatori e strutture di dati;</p> <p>Programmazione ad oggetti;</p> <p>Modelli computazionali per sistemi complessi;</p> <p>Introduzione al calcolo parallelo.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Informatica avanzata</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti teorici e metodologici relativi all'informatica, all'aritmetica degli elaboratori e al calcolo proposizionale, con particolare riguardo agli aspetti computazionali avanzati e al calcolo parallelo. Al termine del corso lo studente sarà in grado</p>	



	di padroneggiare gli aspetti dell'informatica necessari per affrontare lo studio della fisica computazionale.
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> conoscenza di strutture di dati e algoritmi di gestione notevoli, comprensione dei principi di base del calcolo parallelo.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> scrittura di un programma computazionale per un sistema complesso.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di comprendere e descrivere i principi di base del calcolo parallelo.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> comprendere della programmazione complessa ed essere in grado di applicarli autonomamente.</p>

BIOFISICA

Denominazione insegnamento	Biofisica	
Curriculum	Fisica della Materia	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/07	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-



	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Scattering della radiazione e suo utilizzo nello studio di biosistemi;</p> <p>Spettroscopia di fluorescenza;</p> <p>Modelli per membrane cellulari;</p> <p>Proprietà fisiche di aggregati fosfolipidici;</p> <p>Spettroscopia di risonanza di spin elettronico per lo studio di aggregati fosfolipidici.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Biofisica</i> si propone di fornire allo studente una descrizione dettagliata delle proprietà fisiche della materia biologica, con particolare riferimento alle membrane cellulari. Il corso fornisce, inoltre, una descrizione dettagliata delle tecniche di preparazione e caratterizzazione di aggregati fosfolipidici come modello di membrane cellulari. Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di descrivere dal punto di vista fisico le proprietà delle membrane cellulari, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle tecniche di indagine dei sistemi modello di membrane cellulari.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità di comprendere i) i meccanismi fisici alla base del funzionamento delle membrane cellulari e ii) del funzionamento delle tecniche di spettroscopia ottica e di risonanza magnetica.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per la comprensione dei meccanismi di funzionamento di sistemi biologici complessi e per la scelta delle metodologie sperimentali adeguate alla caratterizzazione delle loro proprietà fisiche.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di autonoma identificazione dei principali aspetti che consentono la descrizione della dinamica di un sistema biologico complesso.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere la fenomenologia che sottende al funzionamento di sistemi biologici complessi.</p>	



	<u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di interpretare fenomeni biologici complessi dal punto di vista fisico.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LEGAME CHIMICO E STRUTTURE

Denominazione insegnamento	Legame Chimico e Strutture	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	CHIM/03	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Affine o integrativa	
Ambito disciplinare	-	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	Geometria e Simmetria Molecolare. Modello Covalente del Legame chimico. Legami s, p e d. Modello delocalizzato MO-LCAO per molecole biatomiche. Legame chimico e isomeria. Legame chimico e stati di aggregazione della materia. Il modello ionico del legame chimico. Il legame a ponte di idrogeno. Cenni sul legame nei metalli. Legame chimico nei composti di coordinazione.	
Obiettivi formativi	L'unità formativa di <i>Legame chimico e Strutture</i> si propone di discutere i modelli comunemente utilizzati per descrivere gli stati di aggregazione della materia sulla base della teoria dei legami chimici, in composti molecolari e nei solidi.	
Risultati di apprendimento attesi	<u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> comprensione del concetto di legame chimico sulla base della descrizione quantistica degli elettroni.	
	<u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione :</u> capacità	



di applicare i modelli ad orbitali atomici e molecolari alla descrizione di semplici molecole e composti.

Autonomia di giudizio: capacità di valutazione autonoma dell'utilità dei diversi modelli di legame chimico.

Abilità comunicative: capacità di descrivere gli aspetti salienti della struttura molecolare e della teoria dei legami chimici.

Capacità di apprendimento: legame covalente, ionico, a ponte idrogeno; legami metallici.



MATEMATICA AVANZATA PER LA FISICA

Denominazione insegnamento	Matematica Avanzata per la Fisica	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	MAT/07	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Affine o integrativa	
Ambito disciplinare	-	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<p>Teoria dei Gruppi</p> <p>Gruppi e Algebre di Lie</p> <p>Gruppi di Lorentz, Poincarè ed Heisenberg</p> <p>Equazioni differenziali alle derivate parziali</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Matematica avanzata per la fisica</i> si propone di introdurre la teoria dei gruppi, con particolare riguardo ai gruppi di Lie, applicandola a situazioni di interesse della fisica. L'insegnamento si propone inoltre di studiare alcune equazioni differenziali alle derivate parziali tipiche della fisica matematica.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: comprensione dei concetti di gruppo, gruppo di Lie, algebra Lie e loro rappresentazioni. Rilevanza della teoria delle rappresentazioni in fisica. Metodi di risoluzione di alcune equazioni differenziali alle derivate parziali.</p>	



	<p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> : capacità di applicare la teoria dei gruppi di Lie e delle algebre di Lie a varie situazioni di interesse fisico; capacità di usare il metodo di Green per la soluzione di equazioni differenziali alle derivate parziali.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: valutazione dell'utilità del concetto di gruppo in fisica, nonché dell'utilizzo di equazioni alle derivate parziali per descrivere processi di evoluzione spazio-temporali.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere gli aspetti salienti della teoria dei gruppi di Lorentz e Poincaré.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: concetti di gruppo continuo e simmetrie nella fisica matematica. Funzione di Green.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI

Denominazione insegnamento	Fisica dei Sistemi Complessi	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/06	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia di Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Discipline Fisiche	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	Sistemi discreti e mappe unidimensionali; Sistemi Hamiltoniani non integrabili;	



	<p>Sistemi dissipativi;</p> <p>Teoria dei sistemi caotici;</p> <p>Sistemi stocastici.</p>
<p>Obiettivi formativi</p>	<p>L'unità formativa di <i>Fisica dei sistemi complessi</i> si propone di descrivere i concetti di complessità e caos, che giocano un ruolo importante in vari ambiti della fisica. Vengono descritti fenomeni non lineari in vari contesti e se ne discutono i modelli interpretativi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere ed interpretare i fenomeni che stanno alla base della complessità di alcuni sistemi e di applicare questi concetti ad ambiti anche differente dalla fisica.</p>
<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: comprensione dei concetti alla base della descrizione teorica della fisica della complessità e acquisizione dei modelli fisici che permettono l'interpretazione di fenomeni caotici in sistemi complessi di varia natura.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: capacità di applicare i modelli fondamentali della fisica non-lineare all'interpretazione di fenomeni complessi e/o caotici anche in ambiti diversi dalla fisica.</p> <p>Autonomia di giudizio: capacità di valutazione delle conseguenze del comportamento non-lineare di semplici sistemi fisici.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere gli aspetti qualitativi salienti e gli aspetti quantitativi della fenomenologia e della modellizzazione teorica di base dei sistemi complessi, non-lineari e caotici, anche in campi differenti dalla fisica classica.</p> <p>Capacità di apprendimento: concetti di complessità, non-predicibilità e caos.</p>



MECCANICA QUANTISTICA 2

Denominazione insegnamento	Meccanica Quantistica 2	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/02	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Teorico e dei Fondamenti della Fisica	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Teorema di Wigner Eckart.</p> <p>Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo.</p> <p>Quantizzazione del campo elettromagnetico</p> <p>Meccanica quantistica relativistica per particelle libere.</p> <p>Quantizzazione del campo di materia non relativistico.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Meccanica Quantistica II</i> si propone di approfondire i concetti e i metodi della fisica quantistica, già introdotti nel corso di studi triennale, introducendo, inoltre, le equazioni d'onda relativistiche, la quantizzazione del campo elettromagnetico e del campo di materia in regime non-relativistico.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: comprensione della regola d'oro di Fermi, della descrizione relativistica della meccanica quantistica, della seconda</p>	



	<p>quantizzazione.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> : capacità di applicare i modelli fondamentali della fisica quantistica alla descrizione dei processi radiativi e, più in generale, dei processi di transizione, trattati al primo ordine nella teoria delle perturbazioni.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di valutazione della necessità di quantizzare il campo elettromagnetico ed il campo di materia.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere gli aspetti salienti del concetto di eccitazione elementare di un campo quantistico, con particolare riferimenti al fotone e, più in generale, a bosoni e fermioni.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: concetto di campo quantizzato, teoria di Dirac dell'elettrone.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

BIOFISICA COMPUTAZIONALE

Denominazione insegnamento	Biofisica computazionale	
Curriculum	Fisica della Materia	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/07	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24



	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Sistemi fisici e tipologie di simulazione;</p> <p>Meccanica statistica applicata;</p> <p>Parametrizzazione di un force-field;</p> <p>Metodi avanzati di simulazione;</p> <p>Modellizzazione e dinamica molecolare.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Biofisica Computazionale</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze di base per la modellizzazione di sistemi biologici tramite l'utilizzo di metodi di simulazione numerica. Lo studente verrà introdotto alle tecniche di modellizzazione e simulazione di dinamica molecolare.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di comprendere i concetti di meccanica statistica ed i meccanismi fisici che consentono di descrivere le interazioni tra macromolecole biologiche quali le proteine e ii) di descrivere le metodologie di analisi numerica usate nello specifico campo di ricerca.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: capacità di modellizzare problemi complessi nel campo della biofisica utilizzando le metodologie fisico-statistiche e computazionali opportune.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>:</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: Lo studente imparerà a riconoscere pregi e limitazioni delle simulazioni al computer e a valutare le circostanze in cui una tecnica numerica può essere d'aiuto per la determinazione di un modello fisico interpretativo.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere le interazioni tra macromolecole biologiche e le più comuni tecniche di modellizzazione e simulazione.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: capacità di modellizzare e simulare</p>	



	interazioni tra macromolecole biologiche partendo da concetti fisici e statistici sulle interazioni.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------

CRISTALLI LIQUIDI

Denominazione insegnamento	Cristalli Liquidi	
Curriculum	Fisica della Materia	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/03	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Microfisico e della Struttura della Materia	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Periodo didattico	Primo semestre	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	-
	<i>Ore di Laboratorio</i>	24
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	Generalità sui cristalli liquidi; Tecniche sperimentali per la caratterizzazione delle mesofasi; Proprietà fisiche dei cristalli liquidi; Metodi sperimentali per la caratterizzazione delle proprietà fisiche dei cristalli liquidi.	
Obiettivi formativi	L'unità formativa di <i>Cristalli Liquidi</i> si propone di fornire allo studente una descrizione rigorosa delle proprietà fisiche dei cristalli liquidi e delle tecniche sperimentali	



	<p>usate per la loro caratterizzazione.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere le caratteristiche fisiche dei cristalli liquidi e di come cambiano in base a sollecitazioni esterne (meccaniche, elettriche, magnetiche, ecc.).</p>
<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità di comprendere i) le differenze tra le varie tipologie di cristallo liquido e le loro mesofasi, ii) i meccanismi fisici alla base dell'interazione tra i cristalli liquidi e le sollecitazioni esterne (luce, campi elettrici, magnetici, ecc.), iii) le tecniche più comunemente impiegate per investigare i cristalli liquidi.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per la comprensione dei meccanismi di funzionamento dei dispositivi a cristallo liquido.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di autonoma identificazione dei principali meccanismi che consentono la descrizione delle proprietà fisiche dei cristalli liquidi e dei dispositivi che li utilizzano.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere le proprietà fisiche dei cristalli liquidi e delle più comuni tecniche di investigazione nel campo.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di comprendere le proprietà dei dispositivi a cristallo liquido in base alle proprietà fisiche che li contraddistinguono.</p>

FISICA DEI PLASMI

<p>Denominazione insegnamento</p>	<p>Fisica dei Plasmi</p>
<p>Curriculum</p>	<p>Astrofisica e Geofisica</p>
<p>Settore Scientifico Disciplinare (SSD)</p>	<p>FIS/03</p>



Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Microfisico e della Struttura della Materia	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Richiami di teoria a due fluidi 2. Funzione di distribuzione ed equazione di Vlasov 3. Teoria cinetica lineare delle onde nei plasmi 4. Teoria di Vlasov non lineare 5. Esercitazioni 	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Fisica dei Plasmi</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze avanzate della teoria cinetica dei plasmi e della capacità di risolvere in maniera quantitativa problemi in cui intervenga il formalismo della equazione di Boltzmann e di Vlasov. Al termine del corso lo studente sarà in grado di determinare le proprietà delle onde e della instabilità nel regime cinetico dei plasmi.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: principi di base e metodologia della teoria cinetica dei plasmi.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: applicare i principi di base della teoria cinetica dei plasmi per ottenere una soluzione in forma analitica di problemi selezionati.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sulla funzione di distribuzione dei plasmi nello spazio delle fasi.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla dinamica di un plasma anche al di fuori dell'equilibrio termodinamico.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: capacità di comprendere l'importanza di selezionare la descrizione più appropriata per i plasmi astrofisici e di laboratorio.</p>	



FISICA DEI SOLIDI

Denominazione insegnamento	Fisica dei Solidi	
Curriculum	Fisica della Materia	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/07	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<p>Dinamica di trasporto elettronico nei solidi metallici;</p> <p>Dinamica di trasporto elettronico nei semiconduttori;</p> <p>Metodi per lo studio delle proprietà elettroniche;</p> <p>Dispositivi a semiconduttore;</p> <p>Proprietà magnetiche dei solidi e applicazioni;</p> <p>Superconduttività e applicazioni.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Fisica dei Solidi</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze teoriche e sperimentali sulle proprietà di trasporto elettroniche in metalli e semiconduttori, presentando alcuni esempi di applicazione. Il corso fornisce anche una accurata descrizione delle proprietà magnetiche dei solidi con particolare riferimento alla superconduttività e alle</p>	



	<p>applicazioni tecnologiche.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di descrivere da un punto di vista teorico i modelli di trasporto di elettroni in metalli e semiconduttori, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle proprietà magnetiche dei solidi.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità di comprendere i meccanismi di trasporto in metalli e semiconduttori ed i principi fisici alla base delle proprietà magnetiche dei solidi.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> lo studente sarà in grado di comprendere le proprietà di metalli e semiconduttori utilizzando tecniche di spettroscopia elettronica e di fotoemissione.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di autonoma identificazione dei principali meccanismi che consentono la descrizione delle proprietà fisiche di metalli e semiconduttori.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere i principi fisici alla base delle proprietà di trasporto elettroniche in metalli e semiconduttori e le proprietà magnetiche dei materiali anche in riferimento alle applicazioni tecnologiche.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di interpretare la fenomenologia legata all'utilizzo dei materiali metallici e semiconduttori ed alle loro proprietà magnetiche in termini di nozioni avanzate di meccanica quantistica.</p>

Elaborazione dati e Tecniche Monte Carlo in Fisica delle Alte Energie

Denominazione insegnamento	Elaborazione dati e Tecniche Monte Carlo in Fisica delle Alte Energie
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6



Tipologia di Attività Formativa (TAF)	Di base	
Ambito disciplinare	Discipline Fisiche	
Anno di corso	Il anno magistrale	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Concetti generali di teoria delle probabilità e statistica. Introduzione al sistema Root e cenni di C++ collegati all'utilizzo di Root. Test d'ipotesi e tecniche di fit per la stima dei parametri. Trattamento delle incertezze di misura. Tecniche Monte Carlo per processi fisici e loro utilizzo in fisica delle alte energie. Ricostruzione di eventi in collisioni di particelle di alta energia per l'analisi dati in fisica delle particelle elementari.</p>	
Obiettivi formativi	<p>Lo studente che segue il corso dovrebbe acquisire le conoscenze necessarie per il trattamento statistico di un campione di dati, con particolare riferimento a dati raccolti in moderni esperimenti di fisica subnucleare, conoscenze utili anche in ambienti di ricerca non espressamente legati alla fisica delle particelle.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p>Capacità di utilizzare e trattare statisticamente campioni di dati ed estrarre informazioni relative ai parametri di interesse dei modelli fisici.</p>	

Elementi di Fisica Sanitaria

Denominazione insegnamento	Elementi di Fisica Sanitaria	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01 FIS/07	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia di Attività Formativa (TAF)	Di base	
Ambito disciplinare	Discipline Fisiche	
Anno di corso	Il anno magistrale	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Nucleri e radioattività; Interazione radiazione-materia; Elementi di dosimetria e strumenti di misura; Radioattività e ambiente, l'esempio del Radon.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Elementi di Fisica Sanitaria fornisce allo studente le basi di fisica necessarie allo studio delle radiazioni direttamente o indirettamente ionizzanti e della loro interazione con la materia. Il corso</p>	



	fornisce, inoltre, una descrizione di base dei principali strumenti e delle comuni tecniche di misura finalizzate allo sfruttamento o alla protezione da radiazioni ionizzanti.
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: comprensione dei meccanismi di produzione delle radiazioni ionizzanti e della tecniche di misura ad esse collegate.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: capacità di applicare le conoscenze di base per l'interpretazione e gestione di specifiche problematiche o progetti di ricerca.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di interpretare in maniera autonoma i dati sperimentali inquadrandoli nel contesto generale delle norme per lo sfruttamento, o la protezione, da radiazioni ionizzanti.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere la fenomenologia e le tecniche utilizzate in dosimetria e radioprotezione.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: capacità di interpretare gli effetti delle radiazioni ionizzanti su sistemi fisici utilizzando nozioni di fisica moderna.</p>

TEORIE DI GAUGE

Denominazione insegnamento	Teorie di gauge	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/02	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia di Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Discipline Fisiche	
Anno di corso	Il anno magistrale	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Invarianza di gauge nelle teorie di campo classiche, casi abeliano e non-abeliano. Rottura spontanea della simmetria. Meccanismo di Higgs. Modello di Weinberg-Salam. Estensione del modello ai quark. Matrice CKM.</p> <p>Cenni di teoria dei gruppi. Rappresentazione dei gruppi SU(2) ed SU(3). Metodo tensoriale. Tableaux di Young. Cenni sul modello a quark. Lo scaling di Bjorken e il modello a partoni. Funzioni di distribuzioni</p>	



	<p>partoniche.</p> <p>Integrali sui cammini di Feynman in meccanica quantistica e in teoria dei campi.</p> <p>Cenni storici sulle interazioni forti. Evidenze del numero di colore. Lagrangiana classica della CromoDinamica Quantistica (QCD). Quantizzazione con il formalismo funzionale della QCD e ghost di Faddeed-Popov. Regolarizzazione e rinormalizzazione della QCD a 1-loop. Equazioni del gruppo di rinormalizzazione.</p>
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di Teorie di gauge si propone di fornire le conoscenze di base necessarie per lo studio perturbativo e non-perturbativo delle teorie di campo con simmetria di gauge, con particolare riferimento alle teorie con simmetria non-abeliana, come la teoria elettrodebole e la QCD.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<p>Capacità di organizzare un calcolo perturbativo mediante la tecnica dei diagrammi di Feynman in teorie di gauge non-abeliane, anche agli ordini superiori rispetto a quello di Born.</p> <p>Capacità di comprendere i contenuti di un moderno articolo di ricerca in fisica teorica delle particelle e di riprodurre i risultati, cogliendone le eventuali limitazioni e approssimazioni.</p>

FISICA DEL MEZZO CIRCUMTERRESTRE E DELLO SPAZIO INTERPLANETARIO

Denominazione insegnamento	Fisica del Mezzo Circumterrestre e dello Spazio Interplanetario	
Curriculum	Astrofisica e Geofisica	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/06	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Astrofisico, geofisico e spaziale	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12



	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	3. Magnetoidrodinamica 4.	
Obiettivi formativi	L'insegnamento di <i>Fisica del mezzo circumterrestre e dello spazio interplanetario</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base del modello particellare e fluido dei plasmi attorno alla Terra, e della capacità di risolvere in maniera quantitativa problemi in cui intervenga il formalismo della teoria fluida dei plasmi. Al termine del corso lo studente sarà in grado di ottenere una classificazione generale per le onde che si propagano in un plasma ionosferico o spaziale.	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: principi di base e metodologia della teoria fluida dei plasmi.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: applicare i principi di base della descrizione fluida dei plasmi per ottenere una soluzione in forma analitica della propagazione delle onde.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sulla propagazione delle onde in un plasma magnetizzato.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla propagazione delle onde nella ionosfera e nella magnetosfera terrestri.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: comprendere l'importanza di individuare il corretto modo ondoso di propagazione.</p>	

FISICA DELLA MATERIA SOFFICE

Denominazione insegnamento	Fisica della Materia Soffice
Curriculum	Fisica della Materia
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/07
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<p>Termodinamica della materia soffice;</p> <p>Interazioni tra atomi e molecole;</p> <p>Interazioni di colloidali e superfici;</p> <p>Polimeri.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Fisica della Materia Soffice</i> si propone di fornire allo studente una descrizione rigorosa delle proprietà fisiche della materia soffice, con particolare riferimento alle interazioni intermolecolari. Durante il corso vengono evidenziati alcuni esempi di materia soffice.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere le caratteristiche dei materiali soffici e le interazioni che li governano e comprenderà i modelli che ne descrivono il comportamento.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità di comprendere i) i meccanismi fisici alla base dell'interazione debole tra molecole in materiali soffici, ii) i meccanismi alla base delle interazioni tra corpi mesoscopici, iii) i meccanismi che regolano i fenomeni di bagnabilità delle superfici e iv) le proprietà fisiche di alcuni materiali soffici come polimeri, colloidali, gel e surfattanti.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per la</p>	



	<p>comprensione dei meccanismi di funzionamento della materia soffice e per la scelta delle metodologie sperimentali adeguate alla caratterizzazione delle sue proprietà fisiche.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di autonoma identificazione dei principali meccanismi che consentono la descrizione delle proprietà fisiche della materia soffice.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere le forze di interazione tra corpi microscopici, i fenomeni di bagnabilità delle superfici e le proprietà fisiche di alcuni materiali soffici.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di interpretare le proprietà di materiali soffici complessi in termini delle interazioni intermolecolari che li governano.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

FISICA DELLE SUPERFICI

Denominazione insegnamento	Fisica delle Superfici	
Curriculum	Fisica della Materia	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/07	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	Proprietà elettroniche dei solidi cristallini; Struttura elettronica di sistemi bi- e uni-dimensionali a base di	



	<p>carbonio;</p> <p>Metodi di indagine strutturale in sistemi bidimensionali;</p> <p>Metodi spettroscopici per lo studio della struttura elettronica.</p>
<p>Obiettivi formativi</p>	<p>L'unità formativa di <i>Fisica delle Superfici</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze teoriche e sperimentali sulle proprietà elettroniche delle superfici dei materiali, ed una accurata descrizione delle tecniche sperimentali per lo studio di questa struttura e per la preparazione e caratterizzazione di superfici nanostrutturate.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere da un punto di vista teorico la struttura elettronica in sistemi mono, bi e tridimensionali ed i principi fisici che sono alla base delle tecniche di investigazione della struttura elettronica di materiali cristallini e di materiali nanostrutturati.</p>
<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità di comprendere gli effetti della riduzione di dimensione sulle proprietà elettroniche dei sistemi cristallini e di descrivere le proprietà elettroniche di sistemi nanostrutturati;</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> lo studente sarà in grado di applicare tecniche sperimentali di spettroscopia elettronica e di fotoemissione.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> lo studente imparerà ad interpretare in maniera critica i risultati sperimentali delle tecniche spettroscopiche e ad utilizzarli per estrapolare informazioni sulle proprietà elettroniche di sistemi tri-, bi- ed uni-dimensionali e di sistemi nanostrutturati.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere i principi fisici alla base delle proprietà elettroniche di sistemi di diversa dimensionalità e nanostrutturati e delle principali tecniche di indagine spettroscopica.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di interpretare l'effetto che ha sugli stati elettronici di un sistema la riduzione della dimensionalità e/o la presenza di nanostrutture a partire dalle nozioni acquisite su sistemi tridimensionali.</p>

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

Denominazione insegnamento	Fisica Nucleare e Subnucleare	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<p>Relatività speciale e teoria classica dei campi;</p> <p>Teoria dello scattering e della matrice S;</p> <p>Regole di Feynman per i processi descritti dal modello standard.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Fisica nucleare e subnucleare</i> si propone di fornire una descrizione dettagliata delle basi del modello standard della fisica delle particelle elementari, discutendo le interazioni elettrodebole e forte e fornendo gli strumenti per valutare le sezioni d'urto di semplici processi di interazione.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: comprensione dei concetti alla base del modello standard: campi relativistici, elettrodinamica quantistica, interazione debole, interazione forte.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u> : capacità di utilizzare i diagrammi di Feynman per discutere semplici processi di interazione nell'ambito</p>	



	<p>della teoria elettrodebole e della cromodinamica quantistica.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di valutazione autonoma dell'utilità pratica e concettuale dei diagrammi di Feynman.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere i risultati di alcuni processi di diffusione tra particelle elementari.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: l'unificazione elettrodebole; il modello standard; la QCD.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

FISICA SOLARE E RELAZIONI SOLE-TERRA

Denominazione insegnamento	Fisica Solare e Relazioni Sole-Terra	
Curriculum	Astrofisica e geofisica	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/06	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Astrofisico, geofisico e spaziale	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tecniche osservative 2. Spettro solare 	



	<p>3. Processi dinamici nell'atmosfera solare</p> <p>4. Magnetismo solare ed effetto dinamo</p> <p>5. Relazioni Sole-Terra</p> <p>6. Space Weather</p>
Obiettivi formativi	<p>L'insegnamento di <i>Fisica Solare e Relazioni Sole-Terra</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base dell'attività solare e della sua influenza sull'ambiente terrestre, e della capacità di individuare i fenomeni più pericolosi per le attività umane ad alta tecnologia. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare metodologie per la messa in sicurezza dei satelliti artificiali.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: principi di base e fenomenologia dell'attività solare.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: applicare i principi di base della fisica solare per ottenere una descrizione quantitativa dei fenomeni osservati.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali dell'attività solare.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere la fenomenologia dell'attività solare e la sua influenza sull'ambiente terrestre e sulle problematiche di Space Weather necessarie per lo sviluppo tecnologico.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: capacità di comprendere l'importanza dei vari fattori che determinano le relazioni Sole-Terra.</p>

FISICA SUPERIORE (parte A)

Denominazione insegnamento	Fisica Superiore (parte A)
Curriculum	Fisica Nucleare e Subnucleare
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante
Ambito disciplinare	Fisica sperimentale

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<p>Teorie di gauge non abeliane;</p> <p>Il meccanismo di Higgs ed il modello elettrodebole;</p> <p>Fenomenologia delle interazioni elettrodeboli (SPS, LEP ed LHC);</p> <p>Simmetrie e leggi di conservazione;</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Fisica Superiore (Parte A)</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze relative alle teorie di gauge non abeliane in generale e del Modello standard elettrodebole in particolare. La fenomenologia delle interazioni elettrodeboli è introdotta attraverso una descrizione quantitativa dei principali risultati ai collisionatori SPS, LEP ed LHC. Il corso fornisce inoltre un'accurata descrizione delle principali simmetrie discrete e della loro applicazione in fisica delle particelle elementari.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado affrontare, da un punto di vista fenomenologico, l'analisi e la soluzione di problemi relativi ai processi elettrodeboli e di applicare i principi di simmetria nella descrizione dei processi subnucleari.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> conoscenza dei principali elementi e risultati della teoria elettrodebole.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di applicare i risultati della teorie di gauge non abeliane nella descrizione fenomenologica dei processi elettrodeboli.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> sviluppo della capacità di</p>	



	<p>identificare gli aspetti fisici caratterizzanti un processo d'interazione elettrodebole.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: comprensione degli elementi fondamentali del meccanismo di Higgs e della violazione delle simmetrie C,P,T nello sviluppo del Modello Standard elettrodebole.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

FISICA SUPERIORE (parte B)

Denominazione insegnamento	Fisica Superiore (parte B)	
Curriculum	Fisica Nucleare e Subnucleare	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Fisica sperimentale	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<p>Il modello a quark e la classificazione degli adroni;</p> <p>Diffusione profondamente anelastica: funzioni di</p>	



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



LABORATORIO DI ASTROFISICA E GEOFISICA

Denominazione insegnamento	Laboratorio di astrofisica e geofisica	
Curriculum	Astrofisica e geofisica	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/05	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Astrofisico, geofisico e spaziale	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	24
	<i>Ore di Esercitazione</i>	-
	<i>Ore di Laboratorio</i>	36
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	60
Contenuti generali del corso	<p>Osservazioni da terra e dallo spazio in astrofisica e geofisica Telescopi ottici, raccolta dati, riduzione dati Radiotelescopi e telescopi spaziali nello UV e nei raggi X Radiazione cosmica di fondo Misure in situ nei plasmi spaziali, strumentazione tipica Strumentazione di una stazione geofisica Telerilevamento di parametri geofisici</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Laboratorio di Astrofisica e Geofisica</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti alla base della raccolta ed elaborazione dei dati astronomici e geofisici, sia da terra che dallo spazio, e la capacità di estrarre i parametri fisici da detti dati. Al termine del corso lo studente sarà in grado di elaborare e valutare criticamente il significato dei dati raccolti.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: principi di base e metodologia delle osservazioni e misure in astrofisica e geofisica <u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: applicare i principi di base del laboratorio di astrofisica e geofisica per estrarre i parametri fisici dalle misure.</p>	



	<p><u>Autonomia di giudizio</u>: capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali dai dati astrofisici e geofisici, sia da terra che dallo spazio.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere la fenomenologia che corrisponde alle osservazioni utilizzate.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: capacità di comprendere l'importanza di selezionare la migliore strumentazione per osservare un dato fenomeno astrofisico o geofisico.</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LABORATORIO DI BIOFISICA

Denominazione insegnamento	Laboratorio di Biofisica	
Curriculum	Fisica della Materia	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/03	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Microfisico e della struttura della materia	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	24
	<i>Ore di Esercitazione</i>	-
	<i>Ore di Laboratorio</i>	36
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	90
Contenuti generali del corso	<p>Biosistemi;</p> <p>Spettroscopia di risonanza di spin elettronico (ESR) ed esperimenti;</p> <p>Spettroscopia UV-Vis e fluorescenza ed esperimenti;</p> <p>Esperimenti di ESR;</p>	



<p>Obiettivi formativi</p>	<p>L'unità formativa di <i>Laboratorio di Biofisica</i> si propone di fornire allo studente una descrizione dei principi fisici alla base delle tecniche di indagine più comunemente usate per la caratterizzazione di sistemi biologici. Il corso prevede, inoltre, di fornire una descrizione del funzionamento della strumentazione avanzata.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere in maniera quantitativa i meccanismi alla base del funzionamento della risonanza di spin elettronico (ESR) e della spettroscopia UV-Vis e di fluorescenza con particolare riferimento allo studio di sistemi biologici quali proteine e dispersioni lipidiche.</p>
<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità i) di comprendere i principi di funzionamento di alcune delle tecniche di indagine della materia biologica e ii) di eseguire esperimenti di risonanza di spin elettronico e di spettroscopia UV-Vis e fluorescenza.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di utilizzare i risultati dell'indagine sperimentale per la comprensione dei meccanismi di funzionamento di sistemi biologici .</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di autonoma identificazione della migliore tecnica di indagine sperimentale per lo studio di sistemi biologici quali le proteine e gli aggregati lipidici.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere le tecniche sperimentali più utilizzate per lo studio delle proprietà fisiche della materia biologica.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di interpretare i risultati sperimentali alla luce delle nozioni acquisite sull'interazione tra la materia biologica e la radiazione luminosa e tra la materia biologica ed un campo magnetico.</p>

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



Denominazione insegnamento	Laboratorio di Fisica della Materia	
Curriculum	Fisica della Materia	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/03	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Microfisico e della struttura della materia	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	24
	<i>Ore di Esercitazione</i>	-
	<i>Ore di Laboratorio</i>	36
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	90
Contenuti generali del corso	<p>Tecniche di crescita dei cristalli;</p> <p>Tecniche di deposizione di film sottili;</p> <p>Calorimetria;</p> <p>Polarizzazione della luce;</p> <p>Birifrangenza, polarizzatori e ritardatori;</p> <p>Coerenza, interferometria, diffrazione da fenditure, reticoli;</p> <p>Cavità risonanti ottiche.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Laboratorio di Fisica della Materia</i> si propone di fornire allo studente le nozioni su un buon numero di tecniche sperimentali per la preparazione e lo studio dei materiali. Il corso prevede attività di laboratorio in cui gli studenti potranno misurare le proprietà strutturali, composizionali ed ottiche dei materiali.</p>	



<p>Risultati di apprendimento attesi</p>	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità di comprendere i meccanismi fisici alla base della principali tecniche sperimentali atte a preparare e caratterizzare materiali innovativi.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di utilizzare la conoscenza acquisita per utilizzare strumentazione avanzata per la preparazione e caratterizzazione di materiali.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di autonoma identificazione delle tecniche di preparazione e di misura più adeguate per l'investigazione delle proprietà fisiche dei materiali.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere le tecniche avanzate utilizzate nell'ambito della fisica della materia.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di interpretare i risultati sperimentali alla luce delle nozioni acquisite di elettromagnetismo ed ottica avanzate.</p>
-------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE

Denominazione insegnamento	Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare	
Curriculum	Fisica Nucleare e Subnucleare	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	16



	<i>Ore di Esercitazione</i>	-
	<i>Ore di Laboratorio</i>	48
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	86
Contenuti generali del corso	<p>Perdite di energia (Ionizzazione, Multiple Scattering, Bremsstrahlung);</p> <p>Interazione di fotoni e dei neutroni con la materia;</p> <p>Sciame elettromagnetici e adronici;</p> <p>Rivelatori: scintillatori, spettrometri e rivelatori a gas, calorimetri;</p> <p>Formazione del segnale nei rivelatori, DAQ ed elettronica di acquisizione;</p> <p>Trattamento dati;</p> <p>Esperienza di Laboratorio: misura della vita media del muone.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Fisica Nucleare e Subnucleare</i> si propone di fornire allo studente le nozioni principali relative alla teoria dell'interazione radiazione-materia e di descrivere le diverse tecnologie impiegate nella costruzione di rivelatori per la Fisica nucleare e subnucleare. Il corso fornisce inoltre una descrizione dei principali metodi utilizzati per l'analisi dei dati e prevede la progettazione e realizzazione di un esperimento di Fisica subnucleare (misura della vita media del muone).</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare ed eseguire un semplice esperimento di Fisica nucleare e subnucleare attraverso: progettazione dell'esperimento, scelta della tecnica di rivelazione, implementazione del sistema di acquisizione dati ed analisi dei dati.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> conoscenza dei principali risultati della teoria dell'interazione radiazione-materia e delle loro applicazioni nello sviluppo di rivelatori per la Fisica nucleare e subnucleare.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u></p>	



	<p>Capacità di progettare e realizzare un esperimento di fisica nucleare o subnucleare di media complessità.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: sviluppo della capacità di selezionare la migliore tecnica di rivelazione di particelle in un generico esperimento di Fisica nucleare e subnucleare.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: sviluppo della comprensione della stretta relazione esistente tra la teoria dell'interazione radiazione-materia e la teoria dei rivelatori per la Fisica delle particelle elementari.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE E SUBNUCLEARE AVANZATO

Denominazione insegnamento	Laboratorio di Fisica Nucleare e Subnucleare Avanzato	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	24
	<i>Ore di Esercitazione</i>	
	<i>Ore di Laboratorio</i>	24
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	77
Contenuti generali del corso	<p>Metodi statistici per la Fisica delle Particelle Elementari;</p> <p>Simulazione Monte-Carlo con il programma Geant4;</p> <p>Rivelatori a semiconduttore per la fisica delle particelle elementari.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di laboratorio di <i>Fisica Nucleare e Subnucleare Avanzato</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze relative ai metodi statistici utilizzati nella Fisica delle particelle elementari ed alle caratteristiche ed impieghi dei rivelatori a semiconduttore.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di realizzare simulazioni Monte Carlo del comportamento di rivelatori di media complessità utilizzati nella Fisica nucleare e subnucleare, con particolare riferimento ai rivelatori a semiconduttore.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: capacità i) di comprendere i principali metodi statistici utilizzati</p>	



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

METODI FISICI DELLA BIOMEDICINA

Denominazione insegnamento	Metodi Fisici della Biomedicina
Curriculum	Fisica della Materia
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/07
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo



Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;</p> <p>Dosimetria EPR;</p> <p>Risonanza Magnetica Nucleare ad immagini;</p> <p>Ultrasuoni ed applicazioni in medicina;</p> <p>Metodi termoanalitici nella ricerca biomedica.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Metodi Fisici della Biomedicina</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze di base per interpretare gli effetti sulla materia delle radiazioni ionizzanti e non ionizzanti. Lo studente verrà introdotto alle tecniche sperimentali di dosimetria EPR, risonanza magnetica per immagini e tecniche ecografiche e termoanalitiche.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> capacità di comprendere i principi fisici alla base delle metodologie biomediche avanzate.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di utilizzare i principi fisici alla base delle metodologie e delle strumentazioni biomediche avanzate per l'interpretazione dei risultati sperimentali.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> Lo studente imparerà a riconoscere le potenzialità e i limiti delle tecniche di indagine biomedica più comuni.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere i principi fisici alla base delle tecniche di dosimetria EPR, risonanza magnetica nucleare ad immagini, ecografia e termoanalisi</p>	



	<p>ed il loro funzionamento.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> capacità di interpretare i risultati sperimentali alla luce delle nozioni acquisite sull'interazione tra la materia e le radiazioni ionizzanti e non-ionizzanti.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

METODI NUMERICI AVANZATI

Denominazione insegnamento	Metodi Numerici Avanzati	
Curriculum	Astrofisica e Geofisica	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/03	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Microfisico e della Struttura della Materia	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Equazioni differenziali a derivate parziali nella fisica 2. Metodi alle differenze finite 3. Metodi alle differenze compatte 4. Metodi spettrali 5. Progetto computazionale 6. Esercitazioni in laboratorio computazionale 	
Obiettivi formativi	L'insegnamento di <i>Metodi Numerici Avanzati</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti per lo studio numerico delle equazioni differenziali alle derivate	



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

PROCESSI FISICI NELLE STELLE

Denominazione insegnamento	Processi Fisici nelle Stelle
Curriculum	Astrofisica e Geofisica
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/05
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante
Ambito disciplinare	Astrofisico, geofisico e spaziale
Tipo insegnamento	Opzionale
Anno di corso	II



Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	1.Modelli di struttura stellare 2.Cenni di Meccanica Statistica 3.Produzione di energia in una stella 4.Trasporto di energia nelle stelle 5.Modello numerico delle nane bianche	
Obiettivi formativi	Acquisizione della capacità di descrivere in maniera quantitativa alcuni modelli anche numerici di struttura stellare, partendo dai processi fisici di base.	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> fenomenologia della produzione di energia nelle stelle, e principi di base e aspetti quantitativi della fisica delle stelle.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> applicare la descrizione della fisica di base per ottenere informazioni sui principali fenomeni fisici della struttura stellare.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di estrarre in modo autonomo le informazioni fondamentali sui principali aspetti fisici delle stelle di vario tipo, a partire dalle equazioni di base della fisica moderna.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> capacità di descrivere la fenomenologia che sottende alla struttura e all'evoluzione stellare.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> comprendere la descrizione dei sistemi stellari e le approssimazioni utilizzate nella descrizione del sistema tramite i processi fisici di base.</p>	

SPETTROSCOPIA ELETTRONICA

Denominazione insegnamento	Spettroscopia Elettronica
Curriculum	Fisica della Materia
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/03

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Microfisico e della Struttura della Materia	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	12
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Spettroscopia elettronica e fotoelettronica;</p> <p>Sorgenti di elettroni e sorgenti di fotoni;</p> <p>Luce di Sincrotrone;</p> <p>Analisi qualitativa e quantitativa degli spettri dei raggi X e degli elettroni;</p> <p>Tecniche sperimentali e di analisi dati;</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Spettroscopia Elettronica</i> si propone di fornire allo studente le nozioni di base riguardo alla produzione e utilizzo della radiazione di sincrotrone. Il corso prevede, inoltre, di fornire la conoscenza sui meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia elettronica e fotoelettronica e le competenze necessarie per l'utilizzo della relativa strumentazione.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado i) di comprendere i meccanismi fisici alla base del funzionamento di un sincrotrone, ii) di descrivere i principi fisici che sono alla base delle tecniche di spettroscopia elettronica e fotoelettronica e iii) di fornire le competenze necessarie per l'utilizzo delle tecniche di spettroscopia.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: capacità di comprendere i meccanismi fisici alla base della tecnologia dei sincrotroni e delle principali tecniche sperimentali atte</p>	



a caratterizzare materiali innovativi.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di comprendere complesso funzionamento di un sincrotrone e di comprendere i risultati sperimentali ottenuti utilizzando tecniche di spettroscopia elettronica ed a raggi X.

Autonomia di giudizio: lo studente imparerà ad individuare la tecnica migliore per investigare le proprietà fisiche di materiali innovativi e ad interpretare i dati sperimentali ottenuti con tecniche di spettroscopia elettronica ed a raggi X.

Abilità comunicative: capacità di descrivere la tecnologia alla base del funzionamento di un sincrotrone ed i meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia elettronica ed a raggi X.

Capacità di apprendimento: capacità di interpretare la fenomenologia legata al funzionamento e utilizzo della radiazione di sincrotrone e delle spettroscopie elettroniche ed a raggi X in termini di nozioni avanzate di meccanica quantistica sull'interazione radiazione-materia.



SPETTROSCOPIE LINEARI E NON LINEARI

Denominazione insegnamento	Spettroscopie Lineari e non Lineari	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/01	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Sperimentale e applicativo	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	12
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Ottica geometrica e fisica;</p> <p>Onde elettromagnetiche in sistemi composti e fasci gaussiani;</p> <p>Risonatori ottici;</p> <p>Interazione della radiazione con i sistemi atomici;</p> <p>Oscillazione laser;</p> <p>Laser continui ed impulsati;</p> <p>Ottica non lineare ed ultraveloce;</p> <p>Spettroscopie ottiche non lineari.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Spettroscopie Lineari e non Lineari</i> si propone di fornire allo studente le nozioni di base di meccanica quantistica necessarie per la comprensione dei meccanismi fisici alla base del funzionamento dei laser. Il corso prevede, inoltre, una introduzione alle tecniche di</p>	



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



PROCESSI DI FISICA FONDAMENTALE IN ASTROFISICA

Denominazione insegnamento	Processi di fisica fondamentale in astrofisica	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/05	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia di Attività Formativa (TAF)	Di Base	
Ambito disciplinare	Discipline Fisiche	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Fisica delle reazioni nucleari di interesse astrofisico; Processi radiativi e radiazione di sincrotrone; Modelli di struttura stellare; La materia degenerare ad alte densità (nane bianche e stelle di neutroni); Fisica dei neutrini.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Processi fisici di base in astrofisica</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze dei fondamenti teorici e metodologici relativi ai principali processi fisici che, essendo stati introdotti storicamente in campo astrofisico, sono normalmente utilizzati per descrivere fenomeni relativi ad altri campi della fisica, costituendo quindi un bagaglio culturale fondamentale per ogni fisico.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: è richiesta la conoscenza dei principi di base di alcuni processi fisici particolari, storicamente legati al campo dell'astrofisica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: è richiesta la capacità di applicare la conoscenza dei processi fisici descritti, per comprendere come questi risultino decisivi nell'interpretazione di alcune osservazioni astrofisiche.</p> <p>Autonomia di giudizio: è richiesta la capacità di autonoma identificazione dei principali modelli relativi ai processi fisici di base per l'astrofisica, che risultano particolarmente utili anche in altri campi della fisica.</p> <p>Abilità comunicative: capacità di descrivere i principali meccanismi fisici derivanti da alcuni processi astrofisici decisivi per l'interpretazione di alcune osservazioni astrofisiche, e di far comprendere come questi siano utili anche per descrivere fenomeni relativi ad altri campi della fisica.</p> <p>Capacità di apprendimento: comprendere i meccanismi di base e le osservazioni che hanno portato allo studio di alcuni processi fisici particolari in astrofisica, e l'utilità di questi per l'interpretazione di fenomeni relativi al altri campi della fisica.</p>	



DINAMICA DELL'ATMOSFERA E STRATO LIMITE PLANETARIO

Denominazione insegnamento	Dinamica dell'atmosfera e strato limite planetario	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/06	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia di Attività Formativa (TAF)	----	
Ambito disciplinare	Discipline Fisiche	
Anno di corso	III	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	24
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	102
Contenuti generali del corso	<p>Dinamica dei fluidi su una sfera in rotazione;</p> <p>Dinamica dell'atmosfera;</p> <p>Predicibilità nella dinamica dell'atmosfera ed in meteorologia;</p> <p>Stato limite planetario.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Dinamica dell'atmosfera e strato limite planetario</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze relative alla dinamica dell'atmosfera, come conseguenza delle equazioni fondamentali dell'idrodinamica e della termodinamica, anche alle scale sinottiche ed alla mesoscala. Alla fine del corso lo studente avrà acquisito le basi scientifiche per comprendere il ruolo della dinamica atmosferica nella determinazione dei fenomeni meteorologici a tutte le scale.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: è richiesta la conoscenza dei principi di base della dinamica dell'atmosfera come conseguenza della dinamica dei fluidi e</p>	



	<p>della termodinamica.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: è richiesta la capacità di applicare le conoscenze della dinamica dell'atmosfera, in vista della descrizione di alcuni aspetti legati a problematiche meteorologiche dalla mesoscala a scale planetarie.</p> <p>Autonomia di giudizio: è richiesta la capacità di autonoma identificazione dei principali modelli concernenti la dinamica dell'atmosfera nell'ambito della predicibilità meteorologica dalla mesoscala a scale planetarie.</p> <p>Abilità comunicative: è richiesta la capacità di descrivere la dinamica meteorologica, usando un linguaggio formale appropriato, anche per comunicare al meglio il ruolo sociale della predicibilità in questo ambito.</p> <p>Capacità di apprendimento: è richiesta la capacità di apprendere i concetti fondamentali della dinamica dell'atmosfera, e di come questa si tramuti nella predicibilità meteorologica dalla mesoscala a scale planetarie.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

TECNICHE SPETTROSCOPICHE

Denominazione insegnamento	Tecniche Spettroscopiche
Curriculum	Fisica della Materia
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/03
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante
Ambito disciplinare	Microfisico e della Struttura della Materia
Tipo insegnamento	Opzionale



Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	32
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	12
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	94
Contenuti generali del corso	<p>Dielettrici;</p> <p>Spettroscopia di impedenza;</p> <p>Spettroscopia di assorbimento IR e riflettanza totale attenuata;</p> <p>Modi interni e reticolari nei solidi;</p> <p>Eccitoni, fluorescenza nelle molecole e centri di colore;</p> <p>Spettroscopia di fluorescenza;</p> <p>Plasmoni e risonanza plasmonica di superficie;</p> <p>Scattering della luce;</p> <p>Spettroscopia Raman.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Tecniche Spettroscopiche</i> si propone di fornire allo studente i fondamenti della spettroscopia molecolare.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere i meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia dielettrica, di assorbimento UV e visibile, di fluorescenza e Raman.</p>	
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione</u>: capacità di comprendere i meccanismi fisici delle principali tecniche di spettroscopia molecolare.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</u>: lo studente sarà in grado di comprendere i risultati sperimentali ottenuti utilizzando tecniche di spettroscopia molecolare.</p> <p><u>Autonomia di giudizio</u>: lo studente imparerà ad individuare la tecnica migliore per investigare le</p>	



	<p>proprietà fisiche di materiali innovativi e ad interpretare i dati sperimentali.</p> <p><u>Abilità comunicative</u>: capacità di descrivere i meccanismi fisici alla base delle tecniche di spettroscopia dielettrica, di assorbimento UV e visibile, di fluorescenza e Raman.</p> <p><u>Capacità di apprendimento</u>: capacità di interpretare la fenomenologia legata al funzionamento e utilizzo delle spettroscopie dielettrica, di assorbimento UV e visibile, di fluorescenza e Raman in termini di nozioni avanzate sull'interazione tra radiazione e materia.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

TEORIA DEI CAMPI (parte A)

Denominazione insegnamento	Teoria dei Campi	
Curriculum	Fisica Nucleare e Subnucleare	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/02	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Teorico e dei Fondamenti della Fisica	
Tipo insegnamento	Obbligatorio	
Anno di corso	I	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	98
Contenuti generali del corso	<p>Teoria di campo lagrangiana;</p> <p>Campi scalari e spinoriali, equazioni di Klein-Gordon e Dirac;</p> <p>Campo elettromagnetico e sua quantizzazione;</p>	



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



TEORIA DEI CAMPI (parte B)

Denominazione insegnamento	Teoria dei Campi (parte B)	
Curriculum	Fisica Nucleare e Subnucleare	
Settore Scientifico Disciplinare (SSD)	FIS/02	
Crediti Formativi Universitari (CFU)	6	
Tipologia Attività Formativa (TAF)	Caratterizzante	
Ambito disciplinare	Teorico e dei Fondamenti della Fisica	
Tipo insegnamento	Opzionale	
Anno di corso	II	
Organizzazione didattica	<i>Ore di Lezione</i>	40
	<i>Ore di Esercitazione</i>	12
	<i>Ore di Laboratorio</i>	-
	<i>Ore di Studio Individuale</i>	120
Contenuti generali del corso	<p>Lagrangiana della QED;</p> <p>Richiami sulla Matrice S e diagrammi di Feynman;</p> <p>Sezione d'urto per processi di diffusione ed applicazioni in processi di QED;</p> <p>Regolarizzazione dimensionale;</p> <p>Correzioni radiative;</p> <p>Teoria della rinormalizzazione per la QED;</p> <p>Costante d'accoppiamento "running";</p> <p>Momento magnetico anomalo dell'elettrone.</p>	
Obiettivi formativi	<p>L'unità formativa di <i>Teoria dei campi (Parte B)</i> si propone di fornire allo studente le conoscenze avanzate sull'elettrodinamica quantistica (QED) con particolare riferimento alla teoria della rinormalizzazione (nell'ambito del modello della sottrazione minimale) ed al</p>	



	<p>calcolo di predizioni all'ordine superiore dello sviluppo perturbativo.</p> <p>Al termine del corso lo studente avrà appreso le nozioni necessarie per il calcolo di predizioni teoriche all'ordine superiore dello sviluppo perturbativo.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione:</u> conoscenza dei principali risultati della teoria quantistica di campo con particolare riferimento alle tecniche di calcolo necessarie per il calcolo di contributi all'ordine superiore in QED.</p> <p><u>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</u> capacità di applicare le nozioni apprese nel corso al calcolo di predizioni teoriche all'ordine superiore dello sviluppo perturbativo.</p> <p><u>Autonomia di giudizio:</u> capacità di utilizzare l'approccio più conveniente nel calcolo di un processo, all'ordine superiore rispetto al livello albero, in QED.</p> <p><u>Abilità comunicative:</u> sviluppo della capacità di comunicare sia in forma orale sia scritta le informazioni, idee, problemi e soluzioni concernenti i temi del corso in oggetto.</p> <p><u>Capacità di apprendimento:</u> comprensione degli elementi cruciali caratterizzanti il processo di rinormalizzazione delle divergenze caratterizzanti l'Elettrodinamica Quantistica.</p>

ALLEGATO 3: Criteri per l'assegnazione del "BONUS" per il conseguimento della Laurea Magistrale in Fisica.

Il bonus da attribuire agli studenti del corso di studi in fisica si ottiene sommando i quattro punteggi ottenuti in accordo allo schema seguente. Lo svolgimento della tesi viene valutato dalla Commissione della prova finale, l'andamento della prova finale viene valutato dal Presidente della Commissione.

Oggetto della valutazione	Parametro di valutazione	Punti attribuiti
---------------------------	--------------------------	------------------



Svolgimento del lavoro di tesi	<p>Lavoro di preparazione della tesi di laurea, il punteggio è attribuito su proposta del contro-relatore, sentito il relatore. La valutazione avverrà sulla base di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - progressi e cultura generale acquisita; - assiduità nel lavoro; - spirito di iniziativa ed autonomia; 	<p>Punteggio nell'intervallo 0 – 5 per una tesi di ricerca.</p> <p>Punteggio nell'intervallo 0 – 2 per una tesi compilativa.</p>
Andamento della prova finale	<p>Qualità nell'esposizione della prova finale, valutata su:</p> <ul style="list-style-type: none"> - chiarezza nella esposizione; - capacità di rispondere a dubbi o domande; - completezza dell'esposizione nei tempi stabiliti. 	Punteggio nell'intervallo 0 - 2
Percorso formativo	Numero di lodi acquisite durante il percorso formativo.	0.5 per ogni lode.
Percorso formativo	Durata del percorso di studi. Il numero di punti è attribuito in maniera decrescente rispetto alla fine della durata normale del percorso di studi.	<p>Punti 3 (laurea entro Dicembre del 2° anno di corso);</p> <p>Punti 2 (laurea entro Luglio dalla fine del 2° anno);</p> <p>Punti 1 (laurea entro Dicembre dell'anno successivo alla fine del 2° anno);</p> <p>Punti 0 per durate superiori del percorso di studio.</p>