



Matematica applicata (2024)

Il corso

Codice corso: 30860

Classe di laurea: LM-40

Durata: 2 anni

Lingua: ITA

Modalità di erogazione:

Dipartimento: MATEMATICA

Presentazione

- Il corso e i suoi obiettivi formativi Il Corso di studi in Matematica Applicata è un corso di studi magistrale nella classe dei corsi di studio in matematica, che ha l'obiettivo specifico di formare matematici con una solida preparazione teorica e con un'ampia conoscenza delle idee e degli strumenti, anche numerici, con cui la matematica partecipa allo sviluppo di altre discipline (per esempio fisica, informatica, biologia, economia, ingegneria). I laureati e le laureate magistrali in Matematica applicata hanno le competenze per contribuire alla soluzione di un ampio spettro di problemi applicativi. Inoltre, il loro percorso formativo, che spazia da aspetti generali a problemi specifici, gli consentirà di imparare facilmente argomenti nuovi, anche molto complessi, e di aggiornarsi autonomamente. Per queste caratteristiche, i laureati e le laureate magistrali in Matematica applicata possono inserirsi con successo in realtà produttive, nelle amministrazioni, nel mondo ricerca, oppure proseguire la loro formazione attraverso il dottorato o scuole di specializzazione, in matematica o nelle discipline che utilizzano in modo rilevante la modellistica matematica. Infine, nonostante non siano previsti precorsi didattici esplicitamente dedicati alla preparazione all'insegnamento o alle attività divulgative, il corso di studi in Matematica applicata garantisce una formazione ampia, sviluppata attraverso il rapporto con le altre discipline, e che copre tutti gli aspetti culturali e curricolari dell'attuale insegnamento nelle scuole. Per questi motivi il Corso di Studi dà anche una buona base al laureato e alla laureata in Matematica applicata per intraprendere la strada dell'insegnamento. - Chi può iscriversi Per l'accesso alla laurea magistrale in Matematica applicata è richiesto il possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, o di altro titolo di studio conseguito in Italia o all'estero, con i seguenti requisiti curricolari: - 27 crediti nei settori di formazione matematica di base (MAT/02-03, MAT/05-08); - 15 crediti nei settori di formazione fisica di base (FIS/01-08) e/o nei settori di formazione informatica di base (INF/01, ING-INF/05); - ulteriori 42 crediti nei settori di base e caratterizzanti (MAT/01-09, FIS/01-08, INF/01, ING-INF/05). Sono inoltre richiesti, come requisiti di preparazione personale, una buona conoscenza della formazione matematica di base, delle basi della fisica, e dei necessari strumenti informatici, e la conoscenza della lingua inglese almeno a livello B1. Il possesso di queste conoscenze viene verificato sulla base del curriculum presentato, e mediante eventuali colloqui. Le modalità di verifica del possesso dei requisiti curricolari e della preparazione personale dello studente sono definite nel Regolamento didattico.

Percorso formativo

[Matematica applicata per le scienze](#)

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1031344 ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE	1°	9	ITA

Obiettivi formativi

OBIETTIVI GENERALI: acquisire una conoscenza di base dei principali spazi di funzioni utilizzati in Analisi e delle principali tecniche impiegate nel loro studio (Teoria della Misura, Teoria delle Distribuzioni, Trasformata di Fourier).

OBIETTIVI SPECIFICI:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito una conoscenza di base dei principali spazi di funzioni utilizzati in Analisi, e delle metodologie necessarie al loro studio.

Applicare conoscenza e comprensione: lo studente potrà utilizzare le conoscenze ottenute in molti ambiti diversi, in particolare in problemi di teoria delle equazioni alle derivate parziali.

Capacità critiche e di giudizio: il corso ha un carattere formativo e permetterà allo studente di approfondire la sua comprensione di alcuni temi fondamentali dell'Analisi Matematica.

Capacità comunicative: lo studente sarà in grado di comprendere un testo scientifico di complessità elevata e di esporne i concetti principali.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite metteranno lo studente in grado di accedere allo studio di corsi più avanzati di Analisi.

1031355 ISTITUZIONI DI PROBABILITA'	1°	9	ITA
--	----	---	-----

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
Obiettivi generali: conoscenza rigorosa dei modelli probabilistici dalle applicazioni alle relazioni con altre parti della matematica.			
Obiettivi specifici:			
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi a spazi di probabilità, variabili aleatorie, indipendenza, leggi dei grandi numeri. funzioni caratteristiche, convergenza debole, teoremi limite.			
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso di tecniche probabilistiche sia nelle applicazioni che in problemi di matematica pura.			
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti di analisi o fisica matematica; acquisirà anche gli strumenti che hanno storicamente portato alla soluzione di problemi classici.			
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.			
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti più specialistici del calcolo delle probabilità.			
10589497 ELEMENTI DI FISICA TEORICA	1°	6	ITA
Obiettivi formativi			
Conoscenza e capacità di comprensione: Il corso intende fornire le conoscenze utili per comprendere alcuni aspetti della fisica teorica, e specificamente della meccanica quantistica e della meccanica statistica. Particolare attenzione sarà dedicata alla analisi delle ipotesi fondanti le due discipline. Attraverso lo studio di queste tematiche lo studente sarà in grado di comprendere l'evoluzione della fisica che si svolse agli inizi del secolo scorso, l'impatto che ebbero sullo sviluppo della società e la loro attuale importanza.			
Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Il corso è finalizzato a fornire strumenti di analisi e valutazione dei fenomeni fisici su scale atomiche e sui comportamenti collettivi di grandi numeri di particelle interagenti. Tali conoscenze potranno essere esportate anche in campi diversi da quelli proposti nel corso.			
Autonomia di giudizio: Attraverso lo studio degli approcci teorici alla base della meccanica quantistica e statistica lo studente potrà migliorare la propria capacità di interpretazione del reale.			
Abilità comunicative: Lo sviluppo di abilità comunicative, prevalentemente orali, sarà stimolata attraverso la discussione in classe ed eventualmente con la partecipazione ad attività seminariali.			
Capacità di apprendimento: La capacità di apprendimento sarà stimolata attraverso la discussione in aula, che includerà aspetti interattivi finalizzati anche a verificare l'effettiva comprensione degli argomenti trattati. La capacità di apprendimento sarà anche stimolata da supporti didattici integrativi (articoli originali) in modo da sviluppare le capacità applicative.			
A SCELTA DELLO STUDENTE	2°	6	ITA
1031353 ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA	2°	9	ITA

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
Obiettivi Formativi			
Obiettivi generali: acquisire conoscenze specialistiche di base su alcuni argomenti classici della Fisica-Matematica.			
Obiettivi specifici:			
Conoscenza e comprensione dei fondamenti della meccanica hamiltoniana e delle teorie cinetiche.			
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di tradurre in formalismo hamiltoniano alcuni problemi lagrangiani e portarli alle quadrature, e di utilizzare i principali tool della meccanica hamiltoniana. Per sviluppare questi aspetti, nel corso vengono assegnati e svolti opportuni esercizi, oggetto di verifica scritta.			
Capacità critiche e di giudizio: capacità di enucleare gli aspetti significativi della teoria del moto.			
Capacità comunicative: capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili.			
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare i corsi di fisica-matematica su argomenti più specialistici, e permetteranno di comprendere, anche autonomamente, la rilevanza fisica di questioni matematiche discusse in altri corsi.			
MApS/C istituzioni			
MApS/C integrativo			
MApS/B analitico			
MApS/C teorico			
MApS/B applicato			
2° anno			
Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
A SCELTA DELLO STUDENTE	1°	6	ITA
AAF1149 ALTRE CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO	1°	3	ITA
Obiettivi formativi			
idoneità a progetto			
AAF1778 Inglese scientifico	1°	4	ITA

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
Fornire agli studenti le basi linguistiche più comuni per orientarsi nell'ambito della comunicazione scientifica scritta ed orale.			
AAF1027 PROVA FINALE	2°	29	ITA
Obiettivi formativi			
L'esame finale per il conseguimento della Laurea magistrale consiste nella preparazione e nella discussione, davanti ad un'apposita commissione, di un elaborato scritto individuale (eventualmente in lingua inglese), redatto dallo studente sotto la supervisione di almeno un docente.			
MApS/C teorico MApS/C integrativo MApS/B applicato			

Modellistica numerica differenziale

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1031344 ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE	1°	9	ITA
Obiettivi formativi			
OBIETTIVI GENERALI: acquisire una conoscenza di base dei principali spazi di funzioni utilizzati in Analisi e delle principali tecniche impiegate nel loro studio (Teoria della Misura, Teoria delle Distribuzioni, Trasformata di Fourier).			
OBIETTIVI SPECIFICI:			
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito una conoscenza di base dei principali spazi di funzioni utilizzati in Analisi, e delle metodologie necessarie al loro studio.			
Applicare conoscenza e comprensione: lo studente potrà utilizzare le conoscenze ottenute in molti ambiti diversi, in particolare in problemi di teoria delle equazioni alle derivate parziali.			
Capacità critiche e di giudizio: il corso ha un carattere formativo e permetterà allo studente di approfondire la sua comprensione di alcuni temi fondamentali dell'Analisi Matematica.			
Capacità comunicative: lo studente sarà in grado di comprendere un testo scientifico di complessità elevata e di esporne i concetti principali.			
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite metteranno lo studente in grado di accedere allo studio di corsi più avanzati di Analisi.			
1031383 ISTITUZIONI DI ANALISI NUMERICA	1°	9	ITA

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali:

Acquisire conoscenze in algebra lineare numerica e modellistica numerica per problemi differenziali Obiettivi specifici:
Conoscenza e comprensione: Al termine del Corso gli studenti avranno acquisito nozioni e risultati relativi a metodi per la soluzione numerica di sistemi lineari e di problemi agli autovalori e per la discretizzazione di equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali lineari e avranno acquisito tecniche relative alla implementazione degli algoritmi per la soluzione effettiva dei problemi trattati. Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di usare le metodologie illustrate nel Corso per la soluzione numerica di un sistema lineare o di un problema agli autovalori e per la discretizzazione di equazioni differenziali ordinarie o alle derivate parziali lineari, e saranno in grado di prevederne le prestazioni a seconda delle caratteristiche del problema da trattare. Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di scegliere fra gli algoritmi che avranno studiato nel Corso quelli più adatti alla soluzione del problema considerato, avendo anche acquisito gli strumenti per apportare le modifiche che si rendessero necessarie per migliorarne le prestazioni. Capacità comunicative: Gli studenti avranno maturato la capacità di esporre i concetti, le idee e le metodologie trattate nel Corso. Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di affrontare lo studio, a livello individuale o in un corso di Laurea Magistrale, di aspetti più specialistici della algebra lineare numerica e della modellistica numerica per problemi differenziali, potendo comprenderne la terminologia specifica e identificarne i temi più rilevanti.

1031355 | ISTITUZIONI
DI PROBABILITA'

1°

9

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: conoscenza rigorosa dei modelli probabilistici dalle applicazioni alle relazioni con altre parti della matematica.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi a spazi di probabilità, variabili aleatorie, indipendenza, leggi dei grandi numeri. funzioni caratteristiche, convergenza debole, teoremi limite.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso di tecniche probabilistiche sia nelle applicazioni che in problemi di matematica pura.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti di analisi o fisica matematica; acquisirà anche gli strumenti che hanno storicamente portato alla soluzione di problemi classici.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti più specialistici del calcolo delle probabilità.

1031385 | MODELLI
ANALITICI PER LE
APPLICAZIONI

1°

6

ITA

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi Obiettivi Formativi Obiettivi generali: Acquisire conoscenze di base in modellistica basata su equazioni differenziali ordinarie e parziali, nei contesti presentati nel programma. In particolare, sarà in grado di trattare equazioni differenziali per reti di reazioni chimiche, diffusione di epidemie, cinetica di enzimi, propagazione di impulsi nervosi; inoltre, saprà trattare modelli in cui è presente anche la dipendenza dallo spazio con termini di tipo diffusivo. Obiettivi specifici: Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi ad alcune classi di equazioni differenziali ordinarie e di equazioni alle derivate parziali utili per la descrizione di modelli, principalmente in ambito biochimico ed epidemiologico. Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di presentare modelli di base in ambito biomatematico, discutendone le proprietà e caratteristiche. Sarà altresì in grado di utilizzare il calcolatore elettronico per realizzare simulazioni numeriche di base di equazioni differenziali nonlineari utilizzando librerie pre-esistenti. Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti acquisiti in corsi precedenti dello stesso ambito, riconoscendone criticamente le caratteristiche salienti. Capacità comunicative: lo studente avrà sviluppato la capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica. Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale e collegiale, dei successivi corsi della LM che richiedano competenze di tipo modellistico.	2°	9	ITA
1031353 ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA			

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
<p>Obiettivi formativi</p> <p>Obiettivi Formativi</p> <p>Obiettivi generali: acquisire conoscenze specialistiche di base su alcuni argomenti classici della Fisica-Matematica.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione dei fondamenti della meccanica hamiltoniana e delle teorie cinetiche.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di tradurre in formalismo hamiltoniano alcuni problemi lagrangiani e portarli alle quadrature, e di utilizzare i principali tool della meccanica hamiltoniana. Per sviluppare questi aspetti, nel corso vengono assegnati e svolti opportuni esercizi, oggetto di verifica scritta.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: capacità di enucleare gli aspetti significativi della teoria del moto.</p> <p>Capacità comunicative: capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili.</p> <p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare i corsi di fisica-matematica su argomenti più specialistici, e permetteranno di comprendere, anche autonomamente, la rilevanza fisica di questioni matematiche discusse in altri corsi.</p>			
<p>1031450 METODI NUMERICI PER LE EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI</p>	2°	6	ITA

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

I corso presenterà i risultati fondamentali relativi alla approssimazione delle equazioni alle derivate parziali lineari e di alcuni problemi modello.

Il corso prevede attività di Laboratorio per lo sviluppo dei codici in C++ o MATLAB.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

Gli studenti avranno una conoscenza di base delle tecniche per la risoluzione delle equazioni alle derivate parziali lineari.

Essi inoltre acquisiranno alcune nozioni fondamentali su convergenza, stabilità, stime a priori e complessità degli algoritmi.

Applicare conoscenza e comprensione:

Gli studenti che abbiano superato l'esame sapranno scrivere semplici programmi per la soluzione di equazioni alle derivate parziali lineari e di analizzarne i risultati. Avranno acquisito una buona conoscenza di un linguaggio di programmazione (C++, MATLAB) e di alcune tecniche di rappresentazione grafica dei risultati.

Capacità critiche e di giudizio:

Gli studenti saranno in grado di analizzare i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.

Capacità comunicative:

Capacità di esporre e motivare la soluzione proposta per alcuni problemi scelti in classe sia alla lavagna che su computer.

Capacità di apprendimento:

Gli studenti che avranno superato l'esame avranno familiarità con alcune tecniche di approssimazione delle equazioni alle derivate parziali ed avranno le basi per studiarne di nuove.

A SCELTA DELLO
STUDENTE

2°

6

ITA

MoND/B numerico

MoND/C analitico

MoND/C integrativo

MoND/C applicato

2° anno**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

A SCELTA DELLO
STUDENTE

1°

6

ITA

AAF1149 | ALTRE
CONOSCENZE UTILI
PER L'INSERIMENTO
NEL MONDO DEL
LAVORO

1°

3

ITA

Obiettivi formativi

idoneità a progetto

AAF1778 | Inglese
scientifico

1°

4

ITA

Obiettivi formativi

Fornire agli studenti le basi linguistiche più comuni per orientarsi nell'ambito della comunicazione scientifica scritta ed orale.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
AAF1027 PROVA FINALE	2°	29	ITA

Obiettivi formativi

L'esame finale per il conseguimento della Laurea magistrale consiste nella preparazione e nella discussione, davanti ad un'apposita commissione, di un elaborato scritto individuale (eventualmente in lingua inglese), redatto dallo studente sotto la supervisione di almeno un docente.

MoND/C applicato
 MoND/C integrativo
 MoND/C analitico
 MoND/B numerico

Matematica per Data Science

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1031383 ISTITUZIONI DI ANALISI NUMERICA	1°	9	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Acquisire conoscenze in algebra lineare numerica e modellistica numerica per problemi differenziali Obiettivi specifici:
 Conoscenza e comprensione: Al termine del Corso gli studenti avranno acquisito nozioni e risultati relativi a metodi per la soluzione numerica di sistemi lineari e di problemi agli autovalori e per la discretizzazione di equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali lineari e avranno acquisito tecniche relative alla implementazione degli algoritmi per la soluzione effettiva dei problemi trattati. Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di usare le metodologie illustrate nel Corso per la soluzione numerica di un sistema lineare o di un problema agli autovalori e per la discretizzazione di equazioni differenziali ordinarie o alle derivate parziali lineari, e saranno in grado di prevederne le prestazioni a seconda delle caratteristiche del problema da trattare. Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di scegliere fra gli algoritmi che avranno studiato nel Corso quelli più adatti alla soluzione del problema considerato, avendo anche acquisito gli strumenti per apportare le modifiche che si rendessero necessarie per migliorarne le prestazioni. Capacità comunicative: Gli studenti avranno maturato la capacità di esporre i concetti, le idee e le metodologie trattate nel Corso. Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di affrontare lo studio, a livello individuale o in un corso di Laurea Magistrale, di aspetti più specialistici della algebra lineare numerica e della modellistica numerica per problemi differenziali, potendo comprenderne la terminologia specifica e identificarne i temi più rilevanti.

1031355 ISTITUZIONI DI PROBABILITA'	1°	9	ITA
---------------------------------------	----	---	-----

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
Obiettivi generali: conoscenza rigorosa dei modelli probabilistici dalle applicazioni alle relazioni con altre parti della matematica.			
Obiettivi specifici:			
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi a spazi di probabilità, variabili aleatorie, indipendenza, leggi dei grandi numeri. funzioni caratteristiche, convergenza debole, teoremi limite.			
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso di tecniche probabilistiche sia nelle applicazioni che in problemi di matematica pura.			
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti di analisi o fisica matematica; acquisirà anche gli strumenti che hanno storicamente portato alla soluzione di problemi classici.			
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.			
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti più specialistici del calcolo delle probabilità.			
10595859 ISTITUZIONI DI ALGEBRA E GEOMETRIA	1°	9	ITA
Obiettivi formativi			
Obiettivi generali del corso: Il corso si propone due obiettivi, uno per ciascun modulo;			
1) Fornire le basi algebrico-topologiche per comprendere le tecniche di analisi topologica dei dati.			
2) Approfondire alcuni aspetti di geometria proiettiva classica e di teoria delle curve algebriche, solitamente trascurati nei corsi di Laurea triennale.			
MODULO I - ISTITUZIONI DI ALGEBRA	1°	4	ITA
MODULO I - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA	1°	5	ITA
1031375 STATISTICA MATEMATICA	1°	6	ITA

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali: Introdurre lo studente ai risultati fondamentali della statistica matematica e alle applicazioni più significative, anche attraverso la discussione di casi concreti e di software statistico.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base che riguardano i problemi di stima puntuale, per intervallo e i problemi di verifica delle ipotesi, nonché i principali metodi con cui questi si affrontano: metodo dei momenti, della massima verosimiglianza e generalizzazioni.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di valutare il grado di accuratezza con cui, in semplici problemi statistici, si possono stimare parametri o validare ipotesi su questi, implementando queste risposte in un software opportuno.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà modo di apprezzare gli strumenti probabilistici utili ad affrontare i problemi statistici e i vari approcci alla risoluzione degli stessi.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio successivo di aspetti più recenti e avanzati della statistica matematica.

10605749 |
PROGRAMMAZIONE
MATEMATICA

2°

9

ITA

Obiettivi formativi

Conoscenze e comprensione:

conoscenza dei fondamenti teorici e pratici dei principali modelli di machine learning e big data, e degli algoritmi di ottimizzazione per il loro addestramento.

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente sarà in grado di selezionare il modello di machine learning adatto per la risoluzione di un assegnato problema di apprendimento automatico e di scegliere quale algoritmo di ottimizzazione sia il più idoneo per l'addestramento del modello stesso, tenendo conto dei vincoli derivanti dal tipo di applicazione (per esempio, dimensione del problema e tempo di calcolo a disposizione). Inoltre lo studente sarà in grado di interpretare correttamente i risultati forniti da codici risolutivi commerciali o ad-hoc.

Capacità critiche e di giudizio:

capacità di enucleare gli aspetti significativi di un problema di apprendimento automatico e degli algoritmi di ottimizzazione per l'addestramento dei modelli di machine learning.

Capacità comunicative:

capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare lo studio di argomenti più avanzati e di inserirsi adeguatamente in ambienti industriali e di ricerca dove si faccia uso di tecniche di machine learning.

METODI PER BIG DATA
E MACHINE LEARNING

2°

3

ITA

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Conoscenze e comprensione:

conoscenza dei fondamenti teorici e pratici dei principali modelli di machine learning e big data, e degli algoritmi di ottimizzazione per il loro addestramento.

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente sarà in grado di selezionare il modello di machine learning adatto per la risoluzione di un assegnato problema di apprendimento automatico e di scegliere quale algoritmo di ottimizzazione sia il più idoneo per l'addestramento del modello stesso, tenendo conto dei vincoli derivanti dal tipo di applicazione (per esempio, dimensione del problema e tempo di calcolo a disposizione). Inoltre lo studente sarà in grado di interpretare correttamente i risultati forniti da codici risolutivi commerciali o ad-hoc.

Capacità critiche e di giudizio:

capacità di enucleare gli aspetti significativi di un problema di apprendimento automatico e degli algoritmi di ottimizzazione per l'addestramento dei modelli di machine learning.

Capacità comunicative:

capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare lo studio di argomenti più avanzati e di inserirsi adeguatamente in ambienti industriali e di ricerca dove si faccia uso di tecniche di machine learning.

**INTRODUZIONE
ALL'OTTIMIZZAZIONE**

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

acquisire conoscenze specialistiche di base ed esperienza pratica su alcuni argomenti classici dell'ottimizzazione a dimensione finita.

Obiettivi specifici

Conoscenze e comprensione:

conoscenza dei fondamenti teorici e pratici della teoria dell'ottimizzazione e delle principali classi di problemi e di metodi risolutivi.

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente sarà in grado di classificare un problema di ottimizzazione e scegliere quale metodo risolutivo sia il più adatto alla sua soluzione, tenendo conto dei vincoli derivanti dal tipo di applicazione (per esempio, accuratezza richiesta o limiti al tempo di calcolo a disposizione). Inoltre lo studente sarà in grado di interpretare correttamente i risultati forniti da codici risolutivi commerciali o ad-hoc.

Capacità critiche e di giudizio:

capacità di enucleare gli aspetti significativi di un problema di ottimizzazione e dei suoi algoritmi risolutivi.

Capacità comunicative:

capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare lo studio di argomenti più avanzati e di inserirsi adeguatamente in ambienti industriali e di ricerca dove si faccia uso di tecniche di ottimizzazione.

**A SCELTA DELLO
STUDENTE**

2°

6

ITA

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
MaDS/B algebrico			
MaDS/B applicato			
MaDS/C informatico			
MaDS/C integrativo			
2° anno			
Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
A SCELTA DELLO STUDENTE	1°	6	ITA
AAF1149 ALTRE CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO	1°	3	ITA
Obiettivi formativi			
idoneità a progetto			
AAF1778 Inglese scientifico	1°	4	ITA
Obiettivi formativi			
Fornire agli studenti le basi linguistiche più comuni per orientarsi nell'ambito della comunicazione scientifica scritta ed orale.			
AAF1027 PROVA FINALE	2°	29	ITA
Obiettivi formativi			
L'esame finale per il conseguimento della Laurea magistrale consiste nella preparazione e nella discussione, davanti ad un'apposita commissione, di un elaborato scritto individuale (eventualmente in lingua inglese), redatto dallo studente sotto la supervisione di almeno un docente.			
MaDS/C integrativo			
MaDS/C informatico			
MaDS/B applicato			
MaDS/B algebrico			

Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 9 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031383 ISTITUZIONI DI ANALISI NUMERICA	1°	1°	9	ITA

Insegnamento**Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali:

Acquisire conoscenze in algebra lineare numerica e modellistica numerica per problemi differenziali Obiettivi specifici: Conoscenza e comprensione: Al termine del Corso gli studenti avranno acquisito nozioni e risultati relativi a metodi per la soluzione numerica di sistemi lineari e di problemi agli autovalori e per la discretizzazione di equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali lineari e avranno acquisito tecniche relative alla implementazione degli algoritmi per la soluzione effettiva dei problemi trattati. Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di usare le metodologie illustrate nel Corso per la soluzione numerica di un sistema lineare o di un problema agli autovalori e per la discretizzazione di equazioni differenziali ordinarie o alle derivate parziali lineari, e saranno in grado di prevederne le prestazioni a seconda delle caratteristiche del problema da trattare. Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di scegliere fra gli algoritmi che avranno studiato nel Corso quelli più adatti alla soluzione del problema considerato, avendo anche acquisito gli strumenti per apportare le modifiche che si rendessero necessarie per migliorarne le prestazioni. Capacità comunicative: Gli studenti avranno maturato la capacità di esporre i concetti, le idee e le metodologie trattate nel Corso. Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di affrontare lo studio, a livello individuale o in un corso di Laurea Magistrale, di aspetti più specialistici della algebra lineare numerica e della modellistica numerica per problemi differenziali, potendo comprenderne la terminologia specifica e identificarne i temi più rilevanti.

1031352 |
ISTITUZIONI DI
ALGEBRA
SUPERIORE1^o1^o

9

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base in teoria elementare dei numeri e campi finiti (utili qualora si studino in altri corsi o contesti la crittografia a chiave pubblica o la teoria dei codici).

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi alla teoria elementare dei numeri, alla risoluzione di equazioni alle congruenze (con particolare riguardo alle equazioni polinomiali), alle funzioni aritmetiche, alla teoria dei residui quadratici, al problema degli ampliamenti, alle estensioni e alla struttura dettagliata dei campi finiti.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso di tecniche legate alle equazioni alle congruenze, alle funzioni aritmetiche più importanti; sarà in grado di descrivere in modo concreto un campo finito e il suo gruppo di Galois.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per usare gli strumenti che sono alla base della crittografia a chiave pubblica e alla teoria dei codici correttori di errore. Scopo del corso, di natura esclusivamente teorica, è quindi di permettere agli studenti interessati in seguito agli ambiti applicativi crittografici di poter manipolare agevolmente gli oggetti matematici del corso.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti standard di teoria dei numeri e dei campi finiti.

10595859 |
ISTITUZIONI DI
ALGEBRA E
GEOMETRIA1^o1^o

9

ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali del corso: Il corso si propone due obiettivi, uno per ciascun modulo;				
1) Fornire le basi algebrico-topologiche per comprendere le tecniche di analisi topologica dei dati.				
2) Approfondire alcuni aspetti di geometria proiettiva classica e di teoria delle curve algebriche, solitamente trascurati nei corsi di Laurea triennale.				
MODULO I - ISTITUZIONI DI ALGEBRA	1°	1°	4	ITA
MODULO I - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA	1°	1°	5	ITA
1031354 ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE	1°	1°	9	ITA
Obiettivi formativi				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi all'omologia singolare, allo studio delle varietà differenziabili e una discreta conoscenza della teoria delle superfici di Riemann.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere problemi anche articolati che richiedano l'uso di tecniche legate alla coomologia di de Rham, al teorema di Hurwitz e al Teorema di Riemann Roch per superfici di Riemann compatte; sarà in grado di determinare il genere di una Superficie di Riemann e la dimensione dei sistemi lineari i gruppi di coomologia delle varietà.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati che variano tra la topologia algebrica, la geometria differenziale, la geometria complessa e anche la geometria algebrica.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di potersi dedicare ad aspetti più specialistici di geometria.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031385 MODELLI ANALITICI PER LE APPLICAZIONI	1°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi Formativi				
Obiettivi generali:				
Acquisire conoscenze di base in modellistica basata su equazioni differenziali ordinarie e parziali, nei contesti presentati nel programma. In particolare, sarà in grado di trattare equazioni differenziali per reti di reazioni chimiche, diffusione di epidemie, cinetica di enzimi, propagazione di impulsi nervosi; inoltre, saprà trattare modelli in cui è presente anche la dipendenza dallo spazio con termini di tipo diffusivo.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi ad alcune classi di equazioni differenziali ordinarie e di equazioni alle derivate parziali utili per la descrizione di modelli, principalmente in ambito biochimico ed epidemiologico.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di presentare modelli di base in ambito biomatematico, discutendone le proprietà e caratteristiche. Sarà altresì in grado di utilizzare il calcolatore elettronico per realizzare simulazioni numeriche di base di equazioni differenziali nonlineari utilizzando librerie pre-esistenti.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti acquisiti in corsi precedenti dello stesso ambito, riconoscendone criticamente le caratteristiche salienti.				
Capacità comunicative: lo studente avrà sviluppato la capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale e collegiale, dei successivi corsi della LM che richiedano competenze di tipo modellistico.				
10595860 METODI MATEMATICI IN MECCANICA STATISTICA	1°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
acquisire conoscenze specialistiche di base su un approccio rigoroso alla meccanica statistica di equilibrio				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione:				
conoscenza degli ensemble statistici, delle misure di Gibbs e dei funzionali termodinamici; comprensione delle transizioni di fase per modelli paradigmatici di particelle su reticolo.				
Applicare conoscenza e comprensione:				
al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere modelli semplici di particelle attraverso gli ensemble statistici, di fare il limite termodinamico della funzione di partizione e determinare i funzionali termodinamici, e di intuire eventuali transizioni di fase per modelli semplici su reticolo.				
Capacità critiche e di giudizio:				
capacità di descrivere il comportamento meccanico e termodinamico di sistemi composti da un grande numero di particelle.				
Capacità comunicative:				
capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili, almeno per modelli semplici.				
Capacità di apprendimento:				
le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare studi avanzati, anche a livello di dottorato, relativi alla meccanica statistica di equilibrio e non, e di utilizzare gli strumenti di base della meccanica statistica in altri contesti.				
1031375 STATISTICA MATEMATICA	1°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: Introdurre lo studente ai risultati fondamentali della statistica matematica e alle applicazioni più significative, anche attraverso la discussione di casi concreti e di software statistico.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base che riguardano i problemi di stima puntuale, per intervallo e i problemi di verifica delle ipotesi, nonché i principali metodi con cui questi si affrontano: metodo dei momenti, della massima verosimiglianza e generalizzazioni.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di valutare il grado di accuratezza con cui, in semplici problemi statistici, si possono stimare parametri o validare ipotesi su questi, implementando queste risposte in un software opportuno.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà modo di apprezzare gli strumenti probabilistici utili ad affrontare i problemi statistici e i vari approcci alla risoluzione degli stessi.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio successivo di aspetti più recenti e avanzati della statistica matematica.				
1031451 PROCESSI STOCASTICI	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base in teoria dei processi stocastici e nella modellizzazione stocastica di fenomeni reali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base riguardanti i processi stocastici a tempo discreto e a tempo continuo, su strutture discrete quali ad esempio grafi oppure su spazi continui.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare l'evoluzione temporale di vari fenomeni reali tramite i processi stocastici, di analizzare la stazionarietà e/o la reversibilità temporale dei processi stocastici, di calcolare probabilità di assorbimento e tempi attesi di assorbimento, di simulare processi stocastici e di stimare la velocità di convergenza all'equilibrio.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per studiare sistemi dinamici stocastici e acquisire la capacità di valutare la bontà di un modello rispetto ad altri nella modellizzazione di fenomeni reali.				
Capacità comunicative: dovendo sostenere una prova orale di teoria, gli studenti svilupperanno le capacità comunicative necessarie per bene esporre la teoria matematica e i vari modelli considerati nel corso.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio più approfondito dei processi stocastici sia su spazi discreti che continui, aiutando lo studente nello studio di altri corsi quali ad esempio calcolo stocastico.				
1031365 SISTEMI DINAMICI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
Acquisire conoscenze avanzate della teoria dei sistemi dinamici.				
Obiettivi specifici:				
<p>Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno acquisito conoscenze teoriche rigorose nel campo della teoria dei sistemi dinamici, con particolare attenzione alle applicazioni in meccanica e nelle scienze applicate in generale. In particolare, impareranno elementi di teoria della stabilità e di teoria iperbolica (quali intersezioni omocline ed esistenza di moti caotici). Impareranno inoltre elementi di teoria dei sistemi dinamici topologici e di teoria ergodica.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: i) studiare problemi di stabilità dell'equilibrio e di moti periodici, sia quando questa è riconosciuta dalla parte lineare che con i metodi della teoria di Liapunov; iii) analizzare sistemi planari che presentano fenomeni di auto-oscillazione; iv) formalizzare in problemi concreti i concetti di intersezione di varietà stabile ed instabile ed i connessi fenomeni caotici; v) applicare le tecniche di base della teoria ergodica in problemi concreti.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di utilizzare le conoscenze acquisite nell'analisi dei modelli evolutivi non lineari che si presentano nelle scienze applicate.</p> <p>Capacità comunicative: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno maturato la capacità di comunicare ed esporre concetti, idee e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.</p> <p>Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di approfondire, in modo individuale ed autonomo, tecniche e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.</p>				
1031366 EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
<p>Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite: Il corso fornisce agli studenti strumenti avanzati per lo studio di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali. Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno raggiunto una buona familiarità con le più recenti nozioni di soluzione e con le relative proprietà qualitative. Risultati di apprendimento - Competenze acquisite: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare lo studio avanzato delle soluzioni di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali.</p>				
1031444 ANALISI DI SEQUENZE DI DATI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base nell'analisi delle serie temporali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi ai modelli matematici delle serie temporali: processi stazionari e non, modelli lineari multivariati, modelli ARIMA, analisi strettale, trend, test di indipendenza seriale.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici casi di analisi di serie temporali stazionarie e non e di stimare i parametri, il trend, la deviazione standard del rumore e di diagnosticare i residui.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti di base di algebra lineare, analisi, probabilità, statistica.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e nei quesiti proposti durante la prova pratica di laboratorio e la prova orale.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito, di metodi avanzati di analisi di serie di dati reali.				
10605747 COMPUTATIONAL MATHEMATICS	1°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Il corso intende introdurre lo studio di approcci multiscala (micro-meso-macro) per modelli di sistemi multi-agente. Esempi tipici sono: traffico veicolare, pedoni, dinamica delle opinioni, flocking/swarming, mercati finanziari e così via.				
Il corso prevede anche attività di laboratorio per la parte computazionale relativa alla simulazione numerica dei modelli.				
1. Conoscenza e capacità di comprensione				
Gli studenti che abbiano superato l'esame sapranno modellizzare e studiare proprietà qualitative di fenomeni fisici attraverso diverse scale di descrizione: dalla microscopica, alla cinetica, fino alla macroscopica.				
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicata				
Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di utilizzare tecniche numeriche efficienti, deterministiche e non, per la simulazione dei modelli, e saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.				
3. Autonomia di giudizio				
Gli studenti saranno in grado di valutare la migliore scala di rappresentazione del fenomeno di riferimento, i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.				
4. Capacità comunicative				
Gli studenti sapranno esporre e spiegare le scelte di modellizzazione, le proprietà dei modelli, sia alla lavagna che su computer.				
5. Capacità di apprendimento				
Le conoscenze acquisite permetteranno agli studenti di costruire le basi per ulteriori studi di ricerca relativi ai modelli di sistemi multi-agente.				
10606375 PRINCIPI DI PROGRAMMAZION E MATEMATICA	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali: acquisire conoscenze specialistiche di base ed esperienza pratica su alcuni argomenti classici dell'ottimizzazione a dimensione finita.</p>				
<p>Obiettivi specifici</p>				
<p>Conoscenze e comprensione: conoscenza dei fondamenti teorici e pratici della teoria dell'ottimizzazione e delle principali classi di problemi e di metodi risolutivi.</p>				
<p>Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di classificare un problema di ottimizzazione e scegliere quale metodo risolutivo sia il più adatto alla sua soluzione, tenendo conto dei vincoli derivanti dal tipo di applicazione (per esempio, accuratezza richiesta o limiti al tempo di calcolo a disposizione). Inoltre lo studente sarà in grado di interpretare correttamente i risultati forniti da codici risolutivi commerciali o ad-hoc.</p>				
<p>Capacità critiche e di giudizio: capacità di enucleare gli aspetti significativi di un problema di ottimizzazione e dei suoi algoritmi risolutivi.</p>				
<p>Capacità comunicative: capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili.</p>				
<p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare lo studio di argomenti più avanzati e di inserirsi adeguatamente in ambienti industriali e di ricerca dove si faccia uso di tecniche di ottimizzazione.</p>				
10593299 TEORIA DEL CONTROLLO	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>1) Conoscenza e capacità di comprensione Alla fine del corso, lo studente/la studentessa avranno appreso:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) il concetto di sistema di controllo, di inclusione differenziale e le loro proprietà fondamentali; b) il concetto di controllo ottimale e le condizioni necessarie e/o sufficienti per la sua esistenza; c) il legame fra soluzioni ottimali di un sistema di controllo e l'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman; d) il concetto di soluzione di viscosità per l'equazione di Hamilton-Jacobi. 				
<p>2) Conoscenza e capacità di comprensione applicate Alla fine del corso, lo studente/la studentessa sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) formulare in termini matematici un problema di ottimizzazione basato su un sistema di controllo; b) individuare, tramite l'uso del Principio di Massimo di Pontryagin, le eventuali soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo; c) affrontare l'analisi teorica delle soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo attraverso lo studio dell'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman ad esso associata. 				
<p>3) Autonomia di giudizio Durante il periodo delle lezioni verranno proposti problemi da affrontare autonomamente. Attraverso lo studio in autonomia di questi problemi e il loro successivo svolgimento collegiale in classe, lo studente/la studentessa acquisirà sia la capacità di valutare le proprie competenze, che la capacità di affrontare un ampio spettro di problemi di controllo ottimo.</p>				
<p>4) Abilità comunicative Lo svolgimento in forma scritta degli esercizi assegnati, sia in classe che durante le prove d'esame, e lo svolgimento della prova orale, permetteranno allo studente/alla studentessa di valutare le proprie capacità di comunicare ad altri, in forma corretta, le conoscenze acquisite durante il corso.</p>				
<p>5) Capacità di apprendimento Alla fine del corso lo studente/la studentessa sarà in grado di affrontare lo studio problemi di controllo e ottimizzazione; tale abilità viene acquisita grazie allo svolgimento dei problemi distribuiti durante il periodo delle lezioni.</p>				
1031445 Metodi numerici per le equazioni alle derivate parziali non lineari	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso presenterà i risultati fondamentali relativi all'analisi ed alla approssimazione delle leggi di conservazione scalari e delle equazioni di Hamilton-Jacobi. Verranno inoltre presentati numerosi modelli che conducono allo studio di queste equazioni: gasdinamica, modelli di traffico su reti, problemi di controllo ottimo, trattamento delle immagini, evoluzione dei fronti.</p> <p>Il corso prevede attività pratiche di Laboratorio per lo sviluppo dei codici in C++ o MATLAB.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame conosceranno le principali tecniche numeriche sui temi trattati.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di decidere quale tipo di metodo numerico sia opportuno utilizzare in rapporto al problema da risolvere. Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti saranno in grado di valutare i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.</p> <p>Capacità comunicative: Capacità di esporre e motivare la soluzione proposta per alcuni problemi scelti in classe sia alla lavagna che su computer.</p> <p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di costruire le basi per uno studio relativo ad aspetti più specialistici della analisi ed approssimazione di equazioni alle derivate non lineari. Lo studente prenderà familiarità con diverse nozioni e tecniche analitiche e numeriche relative ai temi presentati nel corso.</p>				
10596055 MECCANICA DEI FLUIDI E TEORIE CINETICHE	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base degli aspetti fisico-matematici della Meccanica dei Fluidi e delle Teorie Cinetiche.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: conoscenza dei principi fisici e delle assunzioni modellistiche che portano alle equazioni dei fluidi e dei sistemi di particelle, conoscenza delle equazioni dei fluidi e dei gas, e delle loro proprietà matematiche: formulazioni deboli, esistenza e unicità delle soluzioni, modelli per l'evoluzione di dati singolari.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare i moti fluidi e gassosi, anche attraverso la formulazione di appropriati funzionali di azione, discutere l'evoluzione di singolarità, utilizzare gli strumenti matematici per la trattazione dei fluidi e dei gas in altri contesti. Per sviluppare questi aspetti, nel corso vengono assegnati e svolti opportuni esercizi.				
Capacità critiche e di giudizio: capacità di enucleare gli aspetti più significativi della teoria, di saper valutare i limiti e i vantaggi delle semplificazioni operate (incompressibilità, assenza o presenza di viscosità, ecc...), e i limiti dei risultati matematici.				
Capacità comunicative: capacità di esporre lo sviluppo della teoria fisico-matematica del moto dei fluidi e dei gas, evidenziando la relazione tra gli aspetti fisici e quelli matematici; capacità di illustrare le dimostrazioni, riassumendo le idee importanti, e discutendo i dettagli matematici.				
Capacità di apprendimento le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti numerici e modellistici della meccanica dei fluidi e delle teorie cinetiche.				
10596056 METODI MATEMATICI IN MECCANICA QUANTISTICA	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso si propone di trasmettere agli studenti una conoscenza approfondita della struttura matematica della Meccanica Quantistica, delle motivazioni storico-critiche che hanno condotto alla sua formulazione e delle relazioni con altre discipline matematiche (analisi funzionale, teoria degli operatori, teoria dei gruppi di Lie e delle loro rappresentazioni unitarie).				
Obiettivi specifici				
A) Conoscenze e capacità di comprensione				
Al termine del corso lo studente avrà acquisito alcune nozioni fondamentali relative alla teoria di Fourier, all'analogia formale tra meccanica classica e ottica geometrica, al percorso storico-critico che ha condotto al superamento della meccanica classica in favore della più generale meccanica quantistica, e alla struttura matematica delle teorie quantistiche. Particolare spazio sarà dedicato agli aspetti dinamici (evoluzione temporale) e all'analisi matematica delle simmetrie dei sistemi fisici considerati (rappresentazioni del gruppo di simmetria del sistema).				
B) Capacità di applicare conoscenza e comprensione				
La conoscenza della teoria generale sarà completata dall'applicazione delle nozioni generali ad alcuni modelli specifici, e dalla capacità di analizzare le simmetrie e la dinamica di semplici sistemi quantistici. Tra essi una particella in un potenziale lineare, in un potenziale armonico, in un campo magnetico uniforme e in un potenziale Kepleriano (atomo idrogenoide). Lo studente sarà potenzialmente in grado di applicare autonomamente le nozioni acquisite all'analisi di sistemi più complessi, tra cui atomi non-idrogenoidi, molecole e solidi cristallini.				
C) Autonomia di giudizio				
L'analisi del percorso storico-critico che ha condotto al superamento della meccanica classica in favore della più generale meccanica quantistica condurrà lo studente ad acquisire la capacità di giudicare autonomamente i presupposti concettuali su cui si basa una teoria fisico-matematica, e quindi a comprenderne l'ambito di applicazione e i limiti di validità. In tal modo, lo studente conquisterà la capacità di valutare in modo critico la validità di una teoria fisica, privilegiando un approccio epistemologico apofantico rispetto ad uno apodittico.				
Lo studente sarà inoltre in grado di giudicare in autonomia la validità di un enunciato matematico, attraverso la disamina critica delle ipotesi e delle deduzioni che conducono alla dimostrazione rigorosa dell'enunciato stesso, e di formulare, in modo autonomo, controesempi ad enunciati matematici in cui una delle ipotesi sia negata.				
D) Abilità comunicative				
Lo studente svilupperà la capacità di comunicare quanto appreso nella redazione di temi d'esame scritti e nell'esposizione svolta nel corso della prova orale. Sarà inoltre guidato a sviluppare la capacità di articolare un discorso in modo logicamente strutturato, distinguendo chiaramente tra ipotesi, procedimento deduttivo e conclusioni.				
E) Capacità di apprendimento				
Lo studente sarà in grado di identificare i temi più rilevanti delle materie trattate e connettere in modo logico le conoscenze acquisite.				
10595855 ANALISI NON LINEARE	2°	1°	6	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base dell'Analisi Matematica Non Lineare e delle sue applicazioni nello studio delle equazioni differenziali.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base per lo studio di problemi differenziali che si presentano in forma variazionale, in particolare nel caso di equazioni ellittiche semilineari.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso di metodi variazionali per lo studio di punti critici di funzionali non lineari.

Capacità critiche e di giudizio: al termine del corso lo studente avrà avuto modo di conoscere le nozioni ed i risultati principali della teoria variazionale delle equazioni a derivate parziali di tipo ellittico. Inoltre sarà in grado di individuare la metodologia idonea ad affrontare lo studio di alcuni problemi differenziali non lineari.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale dell'esame.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare lo studio di problemi variazionali non lineari che intervengono nello studio di Equazioni Differenziali, consentendo allo studente di proseguire nello studio anche di aspetti più specialistici qualora ne fosse interessato.

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10605830 FOURIER ANALYSIS	2°	1°	6	ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire nozioni di base di analisi armonica relative alla trasformata continua e discreta di Fourier e alle serie di Fourier, e conoscere le principali applicazioni a problemi sia teorici che pratici di tali metodi.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le principali nozioni su trasformata di Fourier continua e discreta, serie di Fourier, wavelets, e loro uso in alcuni ambiti teorici e pratici (equazioni differenziali, trattamento di immagini, teoria dei segnali).

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere problemi di livello base di analisi armonica, avrà acquisito familiarità con trasformate e serie di Fourier, e sarà in grado di applicare tali tecniche alla soluzione di vari problemi concreti.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per comprendere quando tecniche di analisi armonica possono essere utili come strumenti per la soluzione di problemi in vari ambiti dell'analisi e delle sue applicazioni.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e rispondere a quesiti teorici.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso, relativo ad aspetti più avanzati dell'analisi armonica, e di argomenti applicativi più specifici.

10605751 STOCHASTIC CALCULUS AND APPLICATIONS	2°	1°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite: Gli studenti conosceranno varie caratterizzazioni del moto Browniano, le proprietà fondamentali dei processi di diffusione e i risultati principali del calcolo stocastico, tra i quali la formula di Ito. Risultati di apprendimento - Competenze acquisite: Gli studenti saranno in grado di applicare il calcolo stocastico in vari contesti applicativi, dalla finanza matematica, alla fisica e alla biologia.

10605752 MATHEMATICAL MODELS FOR NEURAL NETWORKS	2°	1°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Acquisire conoscenze di base sui metodi matematici impiegati nella modellistica dell'intelligenza artificiale, con particolare attenzione al "machine learning".				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni ed i risultati di base (prevalentemente negli ambiti di processi stocastici e meccanica statistica) utilizzati nello studio dei principali modelli di reti neurali (e.g., reti di Hopfield, macchine di Boltzmann, reti feed-forward).				
Applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di individuare l'architettura ottimale per un certo "task" e di risolvere il modello risultante determinandone un diagramma di fase; lo studente avrà le basi per sviluppare, in autonomia, algoritmi di apprendimento e di richiamo.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente sarà in grado di determinare i parametri che controllano il comportamento qualitativo di una rete neurale e di stimare valori per tali parametri che permettano il buon funzionamento della rete; sarà inoltre in grado di esaminare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati nel corso ed in altri corsi dedicati a statistica ed analisi dati.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale e scritta della verifica, eventualmente attraverso l'ausilio di presentazioni.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti più specialistici di meccanica statistica, sviluppo di algoritmi, utilizzo di big data.				
10605831 ADVANCED TOPICS IN ANALYSIS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali.				
Il corso intende introdurre gli studenti alla teoria delle soluzioni di viscosita' e agli aspetti variazionali e metrici delle equazioni di Hamilton-Jacobi (HJ) del primo ordine (teoria KAM debole), illustrando alcune applicazioni a problemi asintotici.				
Obiettivi specifici.				
1. Conoscenza e capacità di comprensione.				
Al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base della teoria delle soluzioni di viscosita' e degli aspetti metrici e variazionali delle equazioni di HJ del primo ordine (teoria KAM debole).				
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicata.				
Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di calcolare esplicitamente le soluzioni di equazioni di HJ in alcuni casi piu' semplici e di derivare delle informazioni qualitative nei casi piu' generali.				
3. Capacità critiche e di giudizio.				
Al termine del corso gli studenti avranno acquisito una conoscenza soddisfacente dei principali risultati e strumenti della teoria KAM debole, che fornirà loro un quadro interpretativo geometrico-dinamico dei vari fenomeni in gioco nello studio di equazioni di HJ del primo ordine.				
4. Capacità comunicative.				
Capacità di esporre i contenuti nella parte orale dell'esame.				
5. Capacità di apprendimento.				
Le conoscenze acquisite forniranno agli studenti le basi per affrontare lo studio di equazioni di HJ del primo ordine e per affacciarsi ad aspetti piu' specialistici e di ricerca, ove interessati ad approfondire lo studio.				
10611928 PROBABILITA' E STATISTICA IN ALTA DIMENSIONE	2°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze in Probabilità e Statistica in alta dimensione con applicazioni alla Data Science				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni di base di Probabilità e Statistica in alta dimensione e conoscerà algoritmi per risolvere alcuni problemi rilevanti in Data Science				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente potrà risolvere diversi problemi riguardanti strutture geometriche aleatorie in alta dimensione, riduzione di dimensione dei dati trattati, problemi di statistical learning e di regressione in alta dimensione.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente comprenderà le idee alla base di diversi algoritmi e software utilizzati in Data Science, comprendendo anche le situazioni ottimali di applicazioni e gli eventuali limiti applicativi.				
Capacità comunicative: lo studente dovrà mostrare capacità di esporre i contenuti del corso nella parte orale della verifica e nella soluzione di problemi nella prova scritta.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno allo studente una comprensione multidisciplinare di diversi problemi motivati dalla data science e faciliteranno lo studio di argomenti ricerca attualmente molto attivi.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

1031385 | MODELLI
ANALITICI PER LE
APPLICAZIONI

1°

1°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi Formativi

Obiettivi generali:

Acquisire conoscenze di base in modellistica basata su equazioni differenziali ordinarie e parziali, nei contesti presentati nel programma. In particolare, sarà in grado di trattare equazioni differenziali per reti di reazioni chimiche, diffusione di epidemie, cinetica di enzimi, propagazione di impulsi nervosi; inoltre, saprà trattare modelli in cui è presente anche la dipendenza dallo spazio con termini di tipo diffusivo.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi ad alcune classi di equazioni differenziali ordinarie e di equazioni alle derivate parziali utili per la descrizione di modelli, principalmente in ambito biochimico ed epidemiologico.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di presentare modelli di base in ambito biomatematico, discutendone le proprietà e caratteristiche. Sarà altresì in grado di utilizzare il calcolatore elettronico per realizzare simulazioni numeriche di base di equazioni differenziali nonlineari utilizzando librerie pre-esistenti.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti acquisiti in corsi precedenti dello stesso ambito, riconoscendone criticamente le caratteristiche salienti.

Capacità comunicative: lo studente avrà sviluppato la capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale e collegiale, dei successivi corsi della LM che richiedano competenze di tipo modellistico.

1031359 | ANALISI
FUNZIONALE

1°

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi Formativi

Obiettivi generali: Fornire agli studenti le nozioni di base relative allo studio di spazi funzionali che intervengono in vari campi. In particolare si studieranno gli operatori lineari fra spazi di Banach o di Hilbert e si analizzerà il loro spettro. Infine verranno presentate alcune tecniche di Analisi Funzionale non lineare adatte allo studio di problemi differenziali.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi all'Analisi Funzionale e a diverse sue applicazioni a problemi differenziali.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso di tecniche di Analisi Funzionale.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti già visti in corsi precedenti; acquisirà anche gli strumenti che hanno storicamente portato alla soluzione di problemi classici. Sarà in grado (almeno in casi modello) di riconoscere gli spazi funzionali adatti alla risoluzione di problemi di analisi, per esempio problemi differenziali con condizioni al contorno.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno l'applicazione delle tecniche a problemi avanzati di Analisi Funzionale e a problemi differenziali.

10593295 |
CALCOLO DELLE
VARIAZIONI

1°

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Molti modelli della fisica matematica e in generale delle scienze naturali hanno come fondamento principi variazionali (principio di minimo energia, di minima azione,...) che ne descrivono le configurazioni di equilibrio e le evoluzioni dinamiche. L'obiettivo del corso è rendere gli studenti consapevoli della varietà di problemi che possono essere affrontati con tecniche variazionali e fornire loro gli strumenti di base e il linguaggio matematico per l'analisi dei modelli presenti nelle varie scienze naturali.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo/lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi sul metodo diretto del calcolo delle variazioni, le condizioni di semicontinuità, l'analisi asintotica via Gamma convergenza, e potrà applicare questo metodo in vari contesti di cui verranno fornite le basi funzionali almeno in dimensione 1 (funzionali integrali e spazi di Sobolev, funzionali geometrici e cenni di teoria geometrica della misura).

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo/lo studente sarà in grado di cominciare lo studio di argomenti avanzati di calcolo delle variazioni. Sarà inoltre in grado di formulare un semplice modello variazionale (per esempio collegato a una specifica applicazione) e analizzarne il comportamento asintotico o e individuarne le caratteristiche che lo rendono un modello robusto.

Capacità critiche e di giudizio:

lo/lo studente avrà le basi per collegare e utilizzare strumenti trattati in vari momenti della sua preparazione dalla analisi, fisica matematica e la probabilità. Sarà quindi in grado di apprezzarne l'interesse di una questione matematica in relazione anche al suo utilizzo per rispondere a una domanda proveniente da un problema applicato.

Capacità comunicative:

capacità di esporre in maniera rigorosa i contenuti teorici del corso e anche capacità di formulare il problema in esame comprendendo il ruolo della formulazione del modello giusto e della sua analisi. Capacità di spiegare quindi il risultato teorico nel linguaggio relativo all'applicazione in esame potenzialmente quindi spiegabile a pubblico non esperto di calcolo delle variazioni.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare un eventuale lavoro di tesi magistrale nell'ambito della matematica applicata alle scienze sia con un approccio più teorico sia in collegamento all'analisi di uno specifico modello di interesse applicativo.

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031385 MODELLI ANALITICI PER LE APPLICAZIONI	1°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi Formativi				
Obiettivi generali:				
Acquisire conoscenze di base in modellistica basata su equazioni differenziali ordinarie e parziali, nei contesti presentati nel programma. In particolare, sarà in grado di trattare equazioni differenziali per reti di reazioni chimiche, diffusione di epidemie, cinetica di enzimi, propagazione di impulsi nervosi; inoltre, saprà trattare modelli in cui è presente anche la dipendenza dallo spazio con termini di tipo diffusivo.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi ad alcune classi di equazioni differenziali ordinarie e di equazioni alle derivate parziali utili per la descrizione di modelli, principalmente in ambito biochimico ed epidemiologico.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di presentare modelli di base in ambito biomatematico, discutendone le proprietà e caratteristiche. Sarà altresì in grado di utilizzare il calcolatore elettronico per realizzare simulazioni numeriche di base di equazioni differenziali nonlineari utilizzando librerie pre-esistenti.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti acquisiti in corsi precedenti dello stesso ambito, riconoscendone criticamente le caratteristiche salienti.				
Capacità comunicative: lo studente avrà sviluppato la capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale e collegiale, dei successivi corsi della LM che richiedano competenze di tipo modellistico.				
1031359 ANALISI FUNZIONALE	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi Formativi				
Obiettivi generali: Fornire agli studenti le nozioni di base relative allo studio di spazi funzionali che intervengono in vari campi. In particolare si studieranno gli operatori lineari fra spazi di Banach o di Hilbert e si analizzerà il loro spettro. Infine verranno presentate alcune tecniche di Analisi Funzionale non lineare adatte allo studio di problemi differenziali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi all'Analisi Funzionale e a diverse sue applicazioni a problemi differenziali.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso di tecniche di Analisi Funzionale.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti già visti in corsi precedenti; acquisirà anche gli strumenti che hanno storicamente portato alla soluzione di problemi classici. Sarà in grado (almeno in casi modello) di riconoscere gli spazi funzionali adatti alla risoluzione di problemi di analisi, per esempio problemi differenziali con condizioni al contorno.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e negli eventuali quesiti teorici presenti nella prova scritta.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno l'applicazione delle tecniche a problemi avanzati di Analisi Funzionale e a problemi differenziali.				
10593295 CALCOLO DELLE VARIAZIONI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
<p>Molti modelli della fisica matematica e in generale delle scienze naturali hanno come fondamento principi variazionali (principio di minimo energia, di minima azione,...) che ne descrivono le configurazioni di equilibrio e le evoluzioni dinamiche. L'obiettivo del corso è rendere gli studenti consapevoli della varietà di problemi che possono essere affrontati con tecniche variazionali e fornire loro gli strumenti di base e il linguaggio matematico per l'analisi dei modelli presenti nelle varie scienze naturali.</p>				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione:				
<p>al termine del corso lo/lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi sul metodo diretto del calcolo delle variazioni, le condizioni di semicontinuità, l'analisi asintotica via Gamma convergenza, e potrà applicare questo metodo in vari contesti di cui verranno fornite le basi funzionali almeno in dimensione 1 (funzionali integrali e spazi di Sobolev, funzionali geometrici e cenni di teoria geometrica della misura).</p>				
Applicare conoscenza e comprensione:				
<p>al termine del corso lo/lo studente sarà in grado di cominciare lo studio di argomenti avanzati di calcolo delle variazioni. Sarà inoltre in grado di formulare un semplice modello variazionale (per esempio collegato a una specifica applicazione) e analizzarne il comportamento asintotico o e individuarne le caratteristiche che lo rendono un modello robusto.</p>				
Capacità critiche e di giudizio:				
<p>lo/lo studente avrà le basi per collegare e utilizzare strumenti trattati in vari momenti della sua preparazione dalla analisi, fisica matematica e la probabilità. Sarà quindi in grado di apprezzarne l'interesse di una questione matematica in relazione anche al suo utilizzo per rispondere a una domanda proveniente da un problema applicato.</p>				
Capacità comunicative:				
<p>capacità di esporre in maniera rigorosa i contenuti teorici del corso e anche capacità di formulare il problema in esame comprendendo il ruolo della formulazione del modello giusto e della sua analisi. Capacità di spiegare quindi il risultato teorico nel linguaggio relativo all'applicazione in esame potenzialmente quindi spiegabile a pubblico non esperto di calcolo delle variazioni.</p>				
Capacità di apprendimento:				
<p>le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare un eventuale lavoro di tesi magistrale nell'ambito della matematica applicata alle scienze sia con un approccio più teorico sia in collegamento all'analisi di uno specifico modello di interesse applicativo.</p>				
1022837 GEOMETRIA RIEMANNIANA	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base in geometria riemanniana.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi alle varietà riemanniane, connessioni e le differenti nozioni di curvatura, le geodetiche e i campi di Jacobi, la completezza e gli spazi a curvatura costante.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di cominciare lo studio di argomenti avanzati di geometria riemanniana, e di risolvere problemi complessi in questo ambito.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare ed apprezzare le analogie e i collegamenti tra gli argomenti trattati e i più svariati temi provenienti dalla topologia differenziale, algebrica, dalla geometria algebrica e complessa.				
Capacità comunicative: capacità di esporre in maniera rigorosa i contenuti nei quesiti più teorici presenti nella prova scritta, e nell'eventuale parte orale della verifica.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare un eventuale lavoro di tesi magistrale su argomenti avanzati di geometria differenziale/riemanniana, ma anche di geometria analitica/differenziale complessa.				
1031366 EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite:Il corso fornisce agli studenti strumenti avanzati per lo studio di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali.Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno raggiunto una buona familiarità con le più recenti nozioni di soluzione e con le relative proprietà qualitative.Risultati di apprendimento - Competenze acquisite:Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare lo studio avanzato delle soluzioni di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali.				
10593299 TEORIA DEL CONTROLLO	2°	1°	6	ITA

Insegnamento**Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

1) Conoscenza e capacità di comprensione

Alla fine del corso, lo studente/la studentessa avranno appreso:

- a) il concetto di sistema di controllo, di inclusione differenziale e le loro proprietà fondamentali;
- b) il concetto di controllo ottimale e le condizioni necessarie e/o sufficienti per la sua esistenza;
- c) il legame fra soluzioni ottimali di un sistema di controllo e l'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman;
- d) il concetto di soluzione di viscosità per l'equazione di Hamilton-Jacobi.

2) Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Alla fine del corso, lo studente/la studentessa sarà in grado di:

- a) formulare in termini matematici un problema di ottimizzazione basato su un sistema di controllo;
- b) individuare, tramite l'uso del Principio di Massimo di Pontryagin, le eventuali soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo;
- c) affrontare l'analisi teorica delle soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo attraverso lo studio dell'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman ad esso associata.

3) Autonomia di giudizio

Durante il periodo delle lezioni verranno proposti problemi da affrontare autonomamente.

Attraverso lo studio in autonomia di questi problemi e il loro successivo svolgimento collegiale in classe, lo studente/la studentessa

acquisirà sia la capacità di valutare le proprie competenze, che la capacità di affrontare un ampio spettro di problemi di controllo ottimo.

4) Abilità comunicative

Lo svolgimento in forma scritta degli esercizi assegnati, sia in classe che durante le prove d'esame, e lo svolgimento della prova orale, permetteranno allo studente/alla studentessa di valutare le proprie capacità di comunicare ad altri, in forma corretta, le conoscenze acquisite durante il corso.

5) Capacità di apprendimento

Alla fine del corso lo studente/la studentessa sarà in grado di affrontare lo studio problemi di controllo e ottimizzazione; tale abilità viene acquisita grazie allo svolgimento dei problemi distribuiti durante il periodo delle lezioni.

10605830 |
FOURIER
ANALYSIS

2°

1°

6

ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire nozioni di base di analisi armonica relative alla trasformata continua e discreta di Fourier e alle serie di Fourier, e conoscere le principali applicazioni a problemi sia teorici che pratici di tali metodi.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le principali nozioni su trasformata di Fourier continua e discreta, serie di Fourier, wavelets, e loro uso in alcuni ambiti teorici e pratici (equazioni differenziali, trattamento di immagini, teoria dei segnali).

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere problemi di livello base di analisi armonica, avrà acquisito familiarità con trasformate e serie di Fourier, e sarà in grado di applicare tali tecniche alla soluzione di vari problemi concreti.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per comprendere quando tecniche di analisi armonica possono essere utili come strumenti per la soluzione di problemi in vari ambiti dell'analisi e delle sue applicazioni.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e rispondere a quesiti teorici.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso, relativo ad aspetti più avanzati dell'analisi armonica, e di argomenti applicativi più specifici.

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10605832 ADVANCED TOPICS IN GEOMETRY	2 ^o	1 ^o	6	ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base di Geometria Algebrica su un anello qualsiasi.

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi alla teoria degli schemi, coomologia di fasci coerenti, teoria delle curve e superfici proiettive.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di leggere e comprendere alcuni articoli di ricerca in Geometria Algebrica.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente apprezzerà le analogie tra la Geometria Algebrica classica (sui complessi) e la Teoria dei numeri.

Capacità comunicative: lo studente dovrà avere la capacità di esporre i contenuti del corso, in particolare sapendoli illustrare su esempi concreti.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di dottorato, relativo ad aspetti più avanzati della Geometria Algebrica.

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031451 PROCESSI STOCASTICI	1 ^o	2 ^o	6	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base in teoria dei processi stocastici e nella modellizzazione stocastica di fenomeni reali.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base riguardanti i processi stocastici a tempo discreto e a tempo continuo, su strutture discrete quali ad esempio grafi oppure su spazi continui.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare l'evoluzione temporale di vari fenomeni reali tramite i processi stocastici, di analizzare la stazionarietà e/o la reversibilità temporale dei processi stocastici, di calcolare probabilità di assorbimento e tempi attesi di assorbimento, di simulare processi stocastici e di stimare la velocità di convergenza all'equilibrio.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per studiare sistemi dinamici stocastici e acquisire la capacità di valutare la bontà di un modello rispetto ad altri nella modellizzazione di fenomeni reali.

Capacità comunicative: dovendo sostenere una prova orale di teoria, gli studenti svilupperanno le capacità comunicative necessarie per bene esporre la teoria matematica e i vari modelli considerati nel corso.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio più approfondito dei processi stocastici sia su spazi discreti che continui, aiutando lo studente nello studio di altri corsi quali ad esempio calcolo stocastico.

1031365 SISTEMI DINAMICI	1 ^o	2 ^o	6	ITA
-------------------------------	----------------	----------------	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Acquisire conoscenze avanzate della teoria dei sistemi dinamici.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno acquisito conoscenze teoriche rigorose nel campo della teoria dei sistemi dinamici, con particolare attenzione alle applicazioni in meccanica e nelle scienze applicate in generale. In particolare, impareranno elementi di teoria della stabilità e di teoria iperbolica (quali intersezioni omocline ed esistenza di moti caotici). Impareranno inoltre elementi di teoria dei sistemi dinamici topologici e di teoria ergodica.

Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: i) studiare problemi di stabilità dell'equilibrio e di moti periodici, sia quando questa è riconosciuta dalla parte lineare che con i metodi della teoria di Liapunov; iii) analizzare sistemi planari che presentano fenomeni di auto-oscillazione; iv) formalizzare in problemi concreti i concetti di intersezione di varietà stabile ed instabile ed i connessi fenomeni caotici; v) applicare le tecniche di base della teoria ergodica in problemi concreti.

Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di utilizzare le conoscenze acquisite nell'analisi dei modelli evolutivi non lineari che si presentano nelle scienze applicate.

Capacità comunicative: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno maturato la capacità di comunicare ed esporre concetti, idee e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.

Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di approfondire, in modo individuale ed autonomo, tecniche e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.

10595860 METODI MATEMATICI IN MECCANICA STATISTICA	1°	2°	6	ITA
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

acquisire conoscenze specialistiche di base su un approccio rigoroso alla meccanica statistica di equilibrio

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

conoscenza degli ensemble statistici, delle misure di Gibbs e dei funzionali termodinamici; comprensione delle transizioni di fase per modelli paradigmatici di particelle su reticolo.

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere modelli semplici di particelle attraverso gli ensemble statistici, di fare il limite termodinamico della funzione di partizione e determinare i funzionali termodinamici, e di intuire eventuali transizioni di fase per modelli semplici su reticolo.

Capacità critiche e di giudizio:

capacità di descrivere il comportamento meccanico e termodinamico di sistemi composti da un grande numero di particelle.

Capacità comunicative:

capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili, almeno per modelli semplici.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare studi avanzati, anche a livello di dottorato, relativi alla meccanica statistica di equilibrio e non, e di utilizzare gli strumenti di base della meccanica statistica in altri contesti.

MODULO II - METODI FISICO- MATEMATICI	1°	2°	3	ITA
---	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze specialistiche di base su un approccio rigoroso alla meccanica statistica di equilibrio				
Obiettivi specifici: Conoscenza e comprensione: conoscenza degli ensemble statistici, delle misure di Gibbs e dei funzionali termodinamici; comprensione delle transizioni di fase per modelli paradigmatici di particelle su reticolo.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere modelli semplici di particelle attraverso gli ensemble statistici, di fare il limite termodinamico della funzione di partizione e determinare i funzionali termodinamici, e di intuire eventuali transizioni di fase per modelli semplici su reticolo.				
Capacità' critiche e di giudizio: capacità' di descrivere il comportamento meccanico e termodinamico di sistemi composti da un grande numero di particelle.				
Capacità comunicative: capacità' di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più' interessanti, di discutere matematicamente dei punti più' sottili, almeno per modelli semplici.				
Capacità' di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare studi avanzati, anche a livello di dottorato, relativi alla meccanica statistica di equilibrio e non, e di utilizzare gli strumenti di base della meccanica statistica in altri contesti.				
MODULO I - METODI STATISTICI	1°	2°	3	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze specialistiche di base su un approccio rigoroso alla meccanica statistica di equilibrio				
Obiettivi specifici: Conoscenza e comprensione: conoscenza degli ensemble statistici, delle misure di Gibbs e dei funzionali termodinamici; comprensione delle transizioni di fase per modelli paradigmatici di particelle su reticolo.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere modelli semplici di particelle attraverso gli ensemble statistici, di fare il limite termodinamico della funzione di partizione e determinare i funzionali termodinamici, e di intuire eventuali transizioni di fase per modelli semplici su reticolo.				
Capacità' critiche e di giudizio: capacità' di descrivere il comportamento meccanico e termodinamico di sistemi composti da un grande numero di particelle.				
Capacità comunicative: capacità' di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più' interessanti, di discutere matematicamente dei punti più' sottili, almeno per modelli semplici.				
Capacità' di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare studi avanzati, anche a livello di dottorato, relativi alla meccanica statistica di equilibrio e non, e di utilizzare gli strumenti di base della meccanica statistica in altri contesti.				
1031445 Metodi numerici per le equazioni alle derivate parziali non lineari	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso presenterà i risultati fondamentali relativi all'analisi ed alla approssimazione delle leggi di conservazione scalari e delle equazioni di Hamilton-Jacobi. Verranno inoltre presentati numerosi modelli che conducono allo studio di queste equazioni: gasdinamica, modelli di traffico su reti, problemi di controllo ottimo, trattamento delle immagini, evoluzione dei fronti.</p> <p>Il corso prevede attività pratiche di Laboratorio per lo sviluppo dei codici in C++ o MATLAB.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame conosceranno le principali tecniche numeriche sui temi trattati.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di decidere quale tipo di metodo numerico sia opportuno utilizzare in rapporto al problema da risolvere. Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti saranno in grado di valutare i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.</p> <p>Capacità comunicative: Capacità di esporre e motivare la soluzione proposta per alcuni problemi scelti in classe sia alla lavagna che su computer.</p> <p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di costruire le basi per uno studio relativo ad aspetti più specialistici della analisi ed approssimazione di equazioni alle derivate non lineari. Lo studente prenderà familiarità con diverse nozioni e tecniche analitiche e numeriche relative ai temi presentati nel corso.</p>				
10596055 MECCANICA DEI FLUIDI E TEORIE CINETICHE	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base degli aspetti fisico-matematici della Meccanica dei Fluidi e delle Teorie Cinetiche.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: conoscenza dei principi fisici e delle assunzioni modellistiche che portano alle equazioni dei fluidi e dei sistemi di particelle, conoscenza delle equazioni dei fluidi e dei gas, e delle loro proprietà matematiche: formulazioni deboli, esistenza e unicità delle soluzioni, modelli per l'evoluzione di dati singolari.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare i moti fluidi e gassosi, anche attraverso la formulazione di appropriati funzionali di azione, discutere l'evoluzione di singolarità, utilizzare gli strumenti matematici per la trattazione dei fluidi e dei gas in altri contesti. Per sviluppare questi aspetti, nel corso vengono assegnati e svolti opportuni esercizi.				
Capacità critiche e di giudizio: capacità di enucleare gli aspetti più significativi della teoria, di saper valutare i limiti e i vantaggi delle semplificazioni operate (incompressibilità, assenza o presenza di viscosità, ecc...), e i limiti dei risultati matematici.				
Capacità comunicative: capacità di esporre lo sviluppo della teoria fisico-matematica del moto dei fluidi e dei gas, evidenziando la relazione tra gli aspetti fisici e quelli matematici; capacità di illustrare le dimostrazioni, riassumendo le idee importanti, e discutendo i dettagli matematici.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti numerici e modellistici della meccanica dei fluidi e delle teorie cinetiche.				
10596056 METODI MATEMATICI IN MECCANICA QUANTISTICA	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso si propone di trasmettere agli studenti una conoscenza approfondita della struttura matematica della Meccanica Quantistica, delle motivazioni storico-critiche che hanno condotto alla sua formulazione e delle relazioni con altre discipline matematiche (analisi funzionale, teoria degli operatori, teoria dei gruppi di Lie e delle loro rappresentazioni unitarie).				
Obiettivi specifici				
A) Conoscenze e capacità di comprensione				
Al termine del corso lo studente avrà acquisito alcune nozioni fondamentali relative alla teoria di Fourier, all'analogia formale tra meccanica classica e ottica geometrica, al percorso storico-critico che ha condotto al superamento della meccanica classica in favore della più generale meccanica quantistica, e alla struttura matematica delle teorie quantistiche. Particolare spazio sarà dedicato agli aspetti dinamici (evoluzione temporale) e all'analisi matematica delle simmetrie dei sistemi fisici considerati (rappresentazioni del gruppo di simmetria del sistema).				
B) Capacità di applicare conoscenza e comprensione				
La conoscenza della teoria generale sarà completata dall'applicazione delle nozioni generali ad alcuni modelli specifici, e dalla capacità di analizzare le simmetrie e la dinamica di semplici sistemi quantistici. Tra essi una particella in un potenziale lineare, in un potenziale armonico, in un campo magnetico uniforme e in un potenziale Kepleriano (atomo idrogenoide). Lo studente sarà potenzialmente in grado di applicare autonomamente le nozioni acquisite all'analisi di sistemi più complessi, tra cui atomi non-idrogenoidi, molecole e solidi cristallini.				
C) Autonomia di giudizio				
L'analisi del percorso storico-critico che ha condotto al superamento della meccanica classica in favore della più generale meccanica quantistica condurrà lo studente ad acquisire la capacità di giudicare autonomamente i presupposti concettuali su cui si basa una teoria fisico-matematica, e quindi a comprenderne l'ambito di applicazione e i limiti di validità. In tal modo, lo studente conquisterà la capacità di valutare in modo critico la validità di una teoria fisica, privilegiando un approccio epistemologico apofantico rispetto ad uno apodittico.				
Lo studente sarà inoltre in grado di giudicare in autonomia la validità di un enunciato matematico, attraverso la disamina critica delle ipotesi e delle deduzioni che conducono alla dimostrazione rigorosa dell'enunciato stesso, e di formulare, in modo autonomo, controesempi ad enunciati matematici in cui una delle ipotesi sia negata.				
D) Abilità comunicative				
Lo studente svilupperà la capacità di comunicare quanto appreso nella redazione di temi d'esame scritti e nell'esposizione svolta nel corso della prova orale. Sarà inoltre guidato a sviluppare la capacità di articolare un discorso in modo logicamente strutturato, distinguendo chiaramente tra ipotesi, procedimento deduttivo e conclusioni.				
E) Capacità di apprendimento				
Lo studente sarà in grado di identificare i temi più rilevanti delle materie trattate e connettere in modo logico le conoscenze acquisite.				
10605751 STOCHASTIC CALCULUS AND APPLICATIONS	2 ^o	1 ^o	6	ENG
Obiettivi formativi				
Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite: Gli studenti conosceranno varie caratterizzazioni del moto Browniano, le proprietà fondamentali dei processi di diffusioni e i risultati principali del calcolo stocastico, tra i quali la formula di Ito. Risultati di apprendimento - Competenze acquisite: Gli studenti saranno in grado di applicare il calcolo stocastico in vari contesti applicativi, dalla finanza matematica, alla fisica e alla biologia.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10605747 COMPUTATIONAL MATHEMATICS	1 ^o	2 ^o	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso intende introdurre lo studio di approcci multiscala (micro-meso-macro) per modelli di sistemi multi-agente. Esempi tipici sono: traffico veicolare, pedoni, dinamica delle opinioni, flocking/swarming, mercati finanziari e così via. Il corso prevede anche attività di laboratorio per la parte computazionale relativa alla simulazione numerica dei modelli.</p>				
1. Conoscenza e capacità di comprensione				
<p>Gli studenti che abbiano superato l'esame sapranno modellizzare e studiare proprietà qualitative di fenomeni fisici attraverso diverse scale di descrizione: dalla microscopica, alla cinetica, fino alla macroscopica.</p>				
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicata				
<p>Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di utilizzare tecniche numeriche efficienti, deterministiche e non, per la simulazione dei modelli, e saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.</p>				
3. Autonomia di giudizio				
<p>Gli studenti saranno in grado di valutare la migliore scala di rappresentazione del fenomeno di riferimento, i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.</p>				
4. Capacità comunicative				
<p>Gli studenti sapranno esporre e spiegare le scelte di modellizzazione, le proprietà dei modelli, sia alla lavagna che su computer.</p>				
5. Capacità di apprendimento				
<p>Le conoscenze acquisite permetteranno agli studenti di costruire le basi per ulteriori studi di ricerca relativi ai modelli di sistemi multi-agente.</p>				
1031445 Metodi numerici per le equazioni alle derivate parziali non lineari	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso presenterà i risultati fondamentali relativi all'analisi ed alla approssimazione delle leggi di conservazione scalari e delle equazioni di Hamilton-Jacobi. Verranno inoltre presentati numerosi modelli che conducono allo studio di queste equazioni: gasdinamica, modelli di traffico su reti, problemi di controllo ottimo, trattamento delle immagini, evoluzione dei fronti.</p> <p>Il corso prevede attività pratiche di Laboratorio per lo sviluppo dei codici in C++ o MATLAB.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame conosceranno le principali tecniche numeriche sui temi trattati.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di decidere quale tipo di metodo numerico sia opportuno utilizzare in rapporto al problema da risolvere. Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti saranno in grado di valutare i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.</p> <p>Capacità comunicative: Capacità di esporre e motivare la soluzione proposta per alcuni problemi scelti in classe sia alla lavagna che su computer.</p> <p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di costruire le basi per uno studio relativo ad aspetti più specialistici della analisi ed approssimazione di equazioni alle derivate non lineari. Lo studente prenderà familiarità con diverse nozioni e tecniche analitiche e numeriche relative ai temi presentati nel corso.</p>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10593295 CALCOLO DELLE VARIAZIONI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
Molti modelli della fisica matematica e in generale delle scienze naturali hanno come fondamento principi variazionali (principio di minimo energia, di minima azione,...) che ne descrivono le configurazioni di equilibrio e le evoluzioni dinamiche. L'obiettivo del corso è rendere gli studenti consapevoli della varietà di problemi che possono essere affrontati con tecniche variazionali e fornire loro gli strumenti di base e il linguaggio matematico per l'analisi dei modelli presenti nelle varie scienze naturali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione:				
al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi sul metodo diretto del calcolo delle variazioni, le condizioni di semicontinuità, l'analisi asintotica via Gamma convergenza, e potrà applicare questo metodo in vari contesti di cui verranno fornite le basi funzionali almeno in dimensione 1 (funzionali integrali e spazi di Sobolev, funzionali geometrici e cenni di teoria geometrica della misura).				
Applicare conoscenza e comprensione:				
al termine del corso lo studente sarà in grado di cominciare lo studio di argomenti avanzati di calcolo delle variazioni. Sarà inoltre in grado di formulare un semplice modello variazionale (per esempio collegato a una specifica applicazione) e analizzarne il comportamento asintotico o e individuarne le caratteristiche che lo rendono un modello robusto.				
Capacità critiche e di giudizio:				
lo studente avrà le basi per collegare e utilizzare strumenti trattati in vari momenti della sua preparazione dalla analisi, fisica matematica e la probabilità. Sarà quindi in grado di apprezzarne l'interesse di una questione matematica in relazione anche al suo utilizzo per rispondere a una domanda proveniente da un problema applicato.				
Capacità comunicative:				
capacità di esporre in maniera rigorosa i contenuti teorici del corso e anche capacità di formulare il problema in esame comprendendo il ruolo della formulazione del modello giusto e della sua analisi. Capacità di spiegare quindi il risultato teorico nel linguaggio relativo all'applicazione in esame potenzialmente quindi spiegabile a pubblico non esperto di calcolo delle variazioni.				
Capacità di apprendimento:				
le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare un eventuale lavoro di tesi magistrale nell'ambito della matematica applicata alle scienze sia con un approccio più teorico sia in collegamento all'analisi di uno specifico modello di interesse applicativo.				
1031366 EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite: Il corso fornisce agli studenti strumenti avanzati per lo studio di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali. Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno raggiunto una buona familiarità con le più recenti nozioni di soluzione e con le relative proprietà qualitative. Risultati di apprendimento - Competenze acquisite: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare lo studio avanzato delle soluzioni di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali.				
10593299 TEORIA DEL CONTROLLO	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>1) Conoscenza e capacità di comprensione Alla fine del corso, lo studente/la studentessa avranno appreso:</p> <p>a) il concetto di sistema di controllo, di inclusione differenziale e le loro proprietà fondamentali; b) il concetto di controllo ottimale e le condizioni necessarie e/o sufficienti per la sua esistenza; c) il legame fra soluzioni ottimali di un sistema di controllo e l'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman; d) il concetto di soluzione di viscosità per l'equazione di Hamilton-Jacobi.</p> <p>2) Conoscenza e capacità di comprensione applicate Alla fine del corso, lo studente/la studentessa sarà in grado di:</p> <p>a) formulare in termini matematici un problema di ottimizzazione basato su un sistema di controllo; b) individuare, tramite l'uso del Principio di Massimo di Pontryagin, le eventuali soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo; c) affrontare l'analisi teorica delle soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo attraverso lo studio dell'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman ad esso associata.</p> <p>3) Autonomia di giudizio Durante il periodo delle lezioni verranno proposti problemi da affrontare autonomamente. Attraverso lo studio in autonomia di questi problemi e il loro successivo svoltimento collegiale in classe, lo studente/la studentessa acquisirà sia la capacità di valutare le proprie competenze, che la capacità di affrontare un ampio spettro di problemi di controllo ottimo.</p> <p>4) Abilità comunicative Lo svolgimento in forma scritta degli esercizi assegnati, sia in classe che durante le prove d'esame, e lo svolgimento della prova orale, permetteranno allo studente/alla studentessa di valutare le proprie capacità di comunicare ad altri, in forma corretta, le conoscenze acquisite durante il corso.</p> <p>5) Capacità di apprendimento Alla fine del corso lo studente/la studentessa sarà in grado di affrontare lo studio problemi di controllo e ottimizzazione; tale abilità viene acquisita grazie allo svolgimento dei problemi distribuiti durante il periodo delle lezioni.</p>				
10605830 FOURIER ANALYSIS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali: acquisire nozioni di base di analisi armonica relative alla trasformata continua e discreta di Fourier e alle serie di Fourier, e conoscere le principali applicazioni a problemi sia teorici che pratici di tali metodi.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le principali nozioni su trasformata di Fourier continua e discreta, serie di Fourier, wavelets, e loro uso in alcuni ambiti teorici e pratici (equazioni differenziali, trattamento di immagini, teoria dei segnali).</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere problemi di livello base di analisi armonica, avrà acquisito familiarità con trasformate e serie di Fourier, e sarà in grado di applicare tali tecniche alla soluzione di vari problemi concreti.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per comprendere quando tecniche di analisi armonica possono essere utili come strumenti per la soluzione di problemi in vari ambiti dell'analisi e delle sue applicazioni.</p> <p>Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e rispondere a quesiti teorici.</p> <p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso, relativo ad aspetti più avanzati dell'analisi armonica, e di argomenti applicativi più specifici.</p>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

10593295 |
CALCOLO DELLE
VARIAZIONI

1°

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Molti modelli della fisica matematica e in generale delle scienze naturali hanno come fondamento principi variazionali (principio di minimo energia, di minima azione,...) che ne descrivono le configurazioni di equilibrio e le evoluzioni dinamiche. L'obiettivo del corso è rendere gli studenti consapevoli della varietà di problemi che possono essere affrontati con tecniche variazionali e fornire loro gli strumenti di base e il linguaggio matematico per l'analisi dei modelli presenti nelle varie scienze naturali.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi sul metodo diretto del calcolo delle variazioni, le condizioni di semicontinuità, l'analisi asintotica via Gamma convergenza, e potrà applicare questo metodo in vari contesti di cui verranno fornite le basi funzionali almeno in dimensione 1 (funzionali integrali e spazi di Sobolev, funzionali geometrici e cenni di teoria geometrica della misura).

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente sarà in grado di cominciare lo studio di argomenti avanzati di calcolo delle variazioni. Sarà inoltre in grado di formulare un semplice modello variazionale (per esempio collegato a una specifica applicazione) e analizzarne il comportamento asintotico o e individuarne le caratteristiche che lo rendono un modello robusto.

Capacità critiche e di giudizio:

lo studente avrà le basi per collegare e utilizzare strumenti trattati in vari momenti della sua preparazione dalla analisi, fisica matematica e la probabilità. Sarà quindi in grado di apprezzarne l'interesse di una questione matematica in relazione anche al suo utilizzo per rispondere a una domanda proveniente da un problema applicato.

Capacità comunicative:

capacità di esporre in maniera rigorosa i contenuti teorici del corso e anche capacità di formulare il problema in esame comprendendo il ruolo della formulazione del modello giusto e della sua analisi. Capacità di spiegare quindi il risultato teorico nel linguaggio relativo all'applicazione in esame potenzialmente quindi spiegabile a pubblico non esperto di calcolo delle variazioni.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare un eventuale lavoro di tesi magistrale nell'ambito della matematica applicata alle scienze sia con un approccio più teorico sia in collegamento all'analisi di uno specifico modello di interesse applicativo.

1031366 |
EQUAZIONI ALLE
DERIVATE
PARZIALI

1°

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite: Il corso fornisce agli studenti strumenti avanzati per lo studio di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali. Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno raggiunto una buona familiarità con le più recenti nozioni di soluzione e con le relative proprietà qualitative. Risultati di apprendimento - Competenze acquisite: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare lo studio avanzato delle soluzioni di alcuni tipi di equazioni differenziali (lineari e nonlineari) alle derivate parziali.

1031451 |
PROCESSI
STOCASTICI

1°

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base in teoria dei processi stocastici e nella modellizzazione stocastica di fenomeni reali.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base riguardanti i processi stocastici a tempo discreto e a tempo continuo, su strutture discrete quali ad esempio grafi oppure su spazi continui.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare l'evoluzione temporale di vari fenomeni reali tramite i processi stocastici, di analizzare la stazionarietà e/o la reversibilità temporale dei processi stocastici, di calcolare probabilità di assorbimento e tempi attesi di assorbimento, di simulare processi stocastici e di stimare la velocità di convergenza all'equilibrio.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per studiare sistemi dinamici stocastici e acquisire la capacità di valutare la bontà di un modello rispetto ad altri nella modellizzazione di fenomeni reali.

Capacità comunicative: dovendo sostenere una prova orale di teoria, gli studenti svilupperanno le capacità comunicative necessarie per bene esporre la teoria matematica e i vari modelli considerati nel corso.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio più approfondito dei processi stocastici sia su spazi discreti che continui, aiutando lo studente nello studio di altri corsi quali ad esempio calcolo stocastico.

1031365 | SISTEMI
DINAMICI

1°

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Acquisire conoscenze avanzate della teoria dei sistemi dinamici.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno acquisito conoscenze teoriche rigorose nel campo della teoria dei sistemi dinamici, con particolare attenzione alle applicazioni in meccanica e nelle scienze applicate in generale. In particolare, impareranno elementi di teoria della stabilità e di teoria iperbolica (quali intersezioni omocline ed esistenza di moti caotici). Impareranno inoltre elementi di teoria dei sistemi dinamici topologici e di teoria ergodica.

Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: i) studiare problemi di stabilità dell'equilibrio e di moti periodici, sia quando questa è riconosciuta dalla parte lineare che con i metodi della teoria di Liapunov; iii) analizzare sistemi planari che presentano fenomeni di auto-oscillazione; iv) formalizzare in problemi concreti i concetti di intersezione di varietà stabile ed instabile ed i connessi fenomeni caotici; v) applicare le tecniche di base della teoria ergodica in problemi concreti.

Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di utilizzare le conoscenze acquisite nell'analisi dei modelli evolutivi non lineari che si presentano nelle scienze applicate.

Capacità comunicative: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno maturato la capacità di comunicare ed esporre concetti, idee e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.

Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di approfondire, in modo individuale ed autonomo, tecniche e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.

10605747 |
COMPUTATIONAL
MATHEMATICS

1°

2°

6

ENG

Obiettivi formativi

Il corso intende introdurre lo studio di approcci multiscala (micro-meso-macro) per modelli di sistemi multi-agente. Esempi tipici sono: traffico veicolare, pedoni, dinamica delle opinioni, flocking/swarming, mercati finanziari e così via.

Il corso prevede anche attività di laboratorio per la parte computazionale relativa alla simulazione numerica dei modelli.

1. Conoscenza e capacità di comprensione

Gli studenti che abbiano superato l'esame sapranno modellizzare e studiare proprietà qualitative di fenomeni fisici attraverso diverse scale di descrizione: dalla microscopica, alla cinetica, fino alla macroscopica.

2. Conoscenza e capacità di comprensione applicata

Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di usare tecniche numeriche efficienti, deterministiche e non, per la simulazione dei modelli, e saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.

3. Autonomia di giudizio

Gli studenti saranno in grado di valutare la migliore scala di rappresentazione del fenomeno di riferimento, i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.

4. Capacità comunicative

Gli studenti sapranno esporre e spiegare le scelte di modellizzazione, le proprietà dei modelli, sia alla lavagna che su computer.

5. Capacità di apprendimento

Le conoscenze acquisite permetteranno agli studenti di costruire le basi per ulteriori studi di ricerca relativi ai modelli di sistemi multi-agente.

10606375 |
PRINCIPI DI
PROGRAMMAZION
E MATEMATICA

1°

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

acquisire conoscenze specialistiche di base ed esperienza pratica su alcuni argomenti classici dell'ottimizzazione a dimensione finita.

Obiettivi specifici

Conoscenze e comprensione:

conoscenza dei fondamenti teorici e pratici della teoria dell'ottimizzazione e delle principali classi di problemi e di metodi risolutivi.

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente sarà in grado di classificare un problema di ottimizzazione e scegliere quale metodo risolutivo sia il più adatto alla sua soluzione, tenendo conto dei vincoli derivanti dal tipo di applicazione (per esempio, accuratezza richiesta o limiti al tempo di calcolo a disposizione). Inoltre lo studente sarà in grado di interpretare correttamente i risultati forniti da codici risolutivi commerciali o ad-hoc.

Capacità critiche e di giudizio:

capacità di enucleare gli aspetti significativi di un problema di ottimizzazione e dei suoi algoritmi risolutivi.

Capacità comunicative:

capacità di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più interessanti, di discutere matematicamente dei punti più sottili.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare lo studio di argomenti più avanzati e di inserirsi adeguatamente in ambienti industriali e di ricerca dove si faccia uso di tecniche di ottimizzazione.

Obiettivi formativi

1) Conoscenza e capacità di comprensione

Alla fine del corso, lo studente/la studentessa avranno appreso:

- a) il concetto di sistema di controllo, di inclusione differenziale e le loro proprietà fondamentali;
- b) il concetto di controllo ottimale e le condizioni necessarie e/o sufficienti per la sua esistenza;
- c) il legame fra soluzioni ottimali di un sistema di controllo e l'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman;
- d) il concetto di soluzione di viscosità per l'equazione di Hamilton-Jacobi.

2) Conoscenza e capacità di comprensione applicate

Alla fine del corso, lo studente/la studentessa sarà in grado di:

- a) formulare in termini matematici un problema di ottimizzazione basato su un sistema di controllo;
- b) individuare, tramite l'uso del Principio di Massimo di Pontryagin, le eventuali soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo;
- c) affrontare l'analisi teorica delle soluzioni ottimali di un problema di controllo ottimo attraverso lo studio dell'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman ad esso associata.

3) Autonomia di giudizio

Durante il periodo delle lezioni verranno proposti problemi da affrontare autonomamente.

Attraverso lo studio in autonomia di questi problemi e il loro successivo svolgimento collegiale in classe, lo studente/la studentessa

acquisirà sia la capacità di valutare le proprie competenze, che la capacità di affrontare un ampio spettro di problemi di controllo ottimo.

4) Abilità comunicative

Lo svolgimento in forma scritta degli esercizi assegnati, sia in classe che durante le prove d'esame, e lo svolgimento della prova orale, permetteranno allo studente/alla studentessa di valutare le proprie capacità di comunicare ad altri, in forma corretta, le conoscenze acquisite durante il corso.

5) Capacità di apprendimento

Alla fine del corso lo studente/la studentessa sarà in grado di affrontare lo studio problemi di controllo e ottimizzazione; tale abilità viene acquisita grazie allo svolgimento dei problemi distribuiti durante il periodo delle lezioni.

1031445 | Metodi
numerici per le
equazioni alle
derivate parziali non
lineari

2°

1°

6

ITA

Obiettivi formativi

Il corso presenterà i risultati fondamentali relativi all'analisi ed alla approssimazione delle leggi di conservazione scalari e delle equazioni di Hamilton-Jacobi. Verranno inoltre presentati numerosi modelli che conducono allo studio di queste equazioni:

gasdinamica, modelli di traffico su reti, problemi di controllo ottimo, trattamento delle immagini, evoluzione dei fronti.

Il corso prevede attività pratiche di Laboratorio per lo sviluppo dei codici in C++ o MATLAB.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

Gli studenti che abbiano superato l'esame conosceranno le principali tecniche numeriche sui temi trattati.

Applicare conoscenza e comprensione:

Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di decidere quale tipo di metodo numerico sia opportuno utilizzare in rapporto al problema da risolvere. Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.

Capacità critiche e di giudizio:

Gli studenti saranno in grado di valutare i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.

Capacità comunicative:

Capacità di esporre e motivare la soluzione proposta per alcuni problemi scelti in classe sia alla lavagna che su computer.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite permetteranno di costruire le basi per uno studio relativo ad aspetti più specialistici della analisi ed approssimazione di equazioni alle derivate non lineari. Lo studente prenderà familiarità con diverse nozioni e tecniche analitiche e numeriche relative ai temi presentati nel corso.

10596055 |
MECCANICA DEI
FLUIDI E TEORIE
CINETICHE

2°

1°

6

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base degli aspetti fisico-matematici della Meccanica dei Fluidi e delle Teorie Cinetiche.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: conoscenza dei principi fisici e delle assunzioni modellistiche che portano alle equazioni dei fluidi e dei sistemi di particelle, conoscenza delle equazioni dei fluidi e dei gas, e delle loro proprietà matematiche: formulazioni deboli, esistenza e unicità delle soluzioni, modelli per l'evoluzione di dati singolari.

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare i moti fluidi e gassosi, anche attraverso la formulazione di appropriati funzionali di azione, discutere l'evoluzione di singolarità, utilizzare gli strumenti matematici per la trattazione dei fluidi e dei gas in altri contesti. Per sviluppare questi aspetti, nel corso vengono assegnati e svolti opportuni esercizi.

Capacità critiche e di giudizio: capacità di enucleare gli aspetti più significativi della teoria, di saper valutare i limiti e i vantaggi delle semplificazioni operate (incompressibilità, assenza o presenza di viscosità, ecc...), e i limiti dei risultati matematici.

Capacità comunicative: capacità di esporre lo sviluppo della teoria fisico-matematica del moto dei fluidi e dei gas, evidenziando la relazione tra gli aspetti fisici e quelli matematici; capacità di illustrare le dimostrazioni, riassumendo le idee importanti, e discutendo i dettagli matematici.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti numerici e modellistici della meccanica dei fluidi e delle teorie cinetiche.

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire nozioni di base di analisi armonica relative alla trasformata continua e discreta di Fourier e alle serie di Fourier, e conoscere le principali applicazioni a problemi sia teorici che pratici di tali metodi.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le principali nozioni su trasformata di Fourier continua e discreta, serie di Fourier, wavelets, e loro uso in alcuni ambiti teorici e pratici (equazioni differenziali, trattamento di immagini, teoria dei segnali).

Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere problemi di livello base di analisi armonica, avrà acquisito familiarità con trasformate e serie di Fourier, e sarà in grado di applicare tali tecniche alla soluzione di vari problemi concreti.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per comprendere quando tecniche di analisi armonica possono essere utili come strumenti per la soluzione di problemi in vari ambiti dell'analisi e delle sue applicazioni.

Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e rispondere a quesiti teorici.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso, relativo ad aspetti più avanzati dell'analisi armonica, e di argomenti applicativi più specifici.

10605751 |
STOCHASTIC
CALCULUS AND
APPLICATIONS

2°

1°

6

ENG

Obiettivi formativi

Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite: Gli studenti conosceranno varie caratterizzazioni del moto Browniano, le proprietà fondamentali dei processi di diffusione e i risultati principali del calcolo stocastico, tra i quali la formula di Ito. Risultati di apprendimento - Competenze acquisite: Gli studenti saranno in grado di applicare il calcolo stocastico in vari contesti applicativi, dalla finanza matematica, alla fisica e alla biologia.

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031451 PROCESSI STOCASTICI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base in teoria dei processi stocastici e nella modellizzazione stocastica di fenomeni reali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base riguardanti i processi stocastici a tempo discreto e a tempo continuo, su strutture discrete quali ad esempio grafi oppure su spazi continui.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare l'evoluzione temporale di vari fenomeni reali tramite i processi stocastici, di analizzare la stazionarietà e/o la reversibilità temporale dei processi stocastici, di calcolare probabilità di assorbimento e tempi attesi di assorbimento, di simulare processi stocastici e di stimare la velocità di convergenza all'equilibrio.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per studiare sistemi dinamici stocastici e acquisire la capacità di valutare la bontà di un modello rispetto ad altri nella modellizzazione di fenomeni reali.				
Capacità comunicative: dovendo sostenere una prova orale di teoria, gli studenti svilupperanno le capacità comunicative necessarie per bene esporre la teoria matematica e i vari modelli considerati nel corso.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio più approfondito dei processi stocastici sia su spazi discreti che continui, aiutando lo studente nello studio di altri corsi quali ad esempio calcolo stocastico.				
1031365 SISTEMI DINAMICI	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
Acquisire conoscenze avanzate della teoria dei sistemi dinamici.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno acquisito conoscenze teoriche rigorose nel campo della teoria dei sistemi dinamici, con particolare attenzione alle applicazioni in meccanica e nelle scienze applicate in generale. In particolare, impareranno elementi di teoria della stabilità e di teoria iperbolica (quali intersezioni omocline ed esistenza di moti caotici). Impareranno inoltre elementi di teoria dei sistemi dinamici topologici e di teoria ergodica.				
Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: i) studiare problemi di stabilità dell'equilibrio e di moti periodici, sia quando questa è riconosciuta dalla parte lineare che con i metodi della teoria di Liapunov; iii) analizzare sistemi planari che presentano fenomeni di auto-oscillazione; iv) formalizzare in problemi concreti i concetti di intersezione di varietà stabile ed instabile ed i connessi fenomeni caotici; v) applicare le tecniche di base della teoria ergodica in problemi concreti.				
Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di utilizzare le conoscenze acquisite nell'analisi dei modelli evolutivi non lineari che si presentano nelle scienze applicate.				
Capacità comunicative: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno maturato la capacità di comunicare ed esporre concetti, idee e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.				
Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di approfondire, in modo individuale ed autonomo, tecniche e metodologie della teoria dei sistemi dinamici.				
10596055 MECCANICA DEI FLUIDI E TEORIE CINETICHE	2°	1°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<p>Obiettivi formativi</p> <p>Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base degli aspetti fisico-matematici della Meccanica dei Fluidi e delle Teorie Cinetiche.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: conoscenza dei principi fisici e delle assunzioni modellistiche che portano alle equazioni dei fluidi e dei sistemi di particelle, conoscenza delle equazioni dei fluidi e dei gas, e delle loro proprietà matematiche: formulazioni deboli, esistenza e unicità delle soluzioni, modelli per l'evoluzione di dati singolari.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare i moti fluidi e gassosi, anche attraverso la formulazione di appropriati funzionali di azione, discutere l'evoluzione di singolarità, utilizzare gli strumenti matematici per la trattazione dei fluidi e dei gas in altri contesti. Per sviluppare questi aspetti, nel corso vengono assegnati e svolti opportuni esercizi.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: capacità di enucleare gli aspetti più significativi della teoria, di saper valutare i limiti e i vantaggi delle semplificazioni operate (incompressibilità, assenza o presenza di viscosità, ecc...), e i limiti dei risultati matematici.</p> <p>Capacità comunicative: capacità di esporre lo sviluppo della teoria fisico-matematica del moto dei fluidi e dei gas, evidenziando la relazione tra gli aspetti fisici e quelli matematici; capacità di illustrare le dimostrazioni, riassumendo le idee importanti, e discutendo i dettagli matematici.</p> <p>Capacità di apprendimento le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti numerici e modellistici della meccanica dei fluidi e delle teorie cinetiche.</p>				
10605751 STOCHASTIC CALCULUS AND APPLICATIONS	2°	1°	6	ENG
<p>Obiettivi formativi</p> <p>Risultati di apprendimento - Conoscenze acquisite: Gli studenti conosceranno varie caratterizzazioni del moto Browniano, le proprietà fondamentali dei processi di diffusioni e i risultati principali del calcolo stocastico, tra i quali la formula di Ito. Risultati di apprendimento - Competenze acquisite: Gli studenti saranno in grado di applicare il calcolo stocastico in vari contesti applicativi, dalla finanza matematica, alla fisica e alla biologia.</p>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031836 MATEMATICA DISCRETA	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali: acquisire le conoscenze e tecniche di base della Combinatoria delle permutazioni, enumerativa, degli insiemi parzialmente ordinati, e delle partizioni di interi, e comprenderne le loro principali applicazioni.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni ed i risultati di base relativi alla Combinatoria delle permutazioni (con particolare riguardo ai problemi enumerativi, algebrici e algoritmici, random) e alla combinatoria enumerativa (soprattutto concernenti i suoi aspetti algebrici). Conoscerà anche almeno l'insieme dei problemi più significativi nell'ambito dei quali tali teorie trovano applicazioni.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di risolvere problemi di tipo algebrico-combinatorio che richiedano l'uso di tecniche legate alla combinatoria delle permutazioni ed enumerativa e di discutere come si possano modellizzare problemi (in ambienti non prettamente matematici) per mezzo degli strumenti acquisiti.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare come argomenti della combinatoria e dell'Algebra ed Algebra Lineare trattati nei corsi di base possano trovare applicazioni in diversi ambiti ed essere strumento essenziale nella soluzione di problemi concreti.</p> <p>Capacità comunicative: il discente avrà la capacità di comunicare in maniera rigorosa le idee ed i contenuti esposti nel corso.</p> <p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di portare avanti uno studio autonomo in un possibile contesto interdisciplinare (per coloro che hanno conoscenze ed interessi verso la Matematica Applicata, l'Informatica, la Genetica, la cosiddetta "Data Science").</p>				
10605748 COMBINATORICS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali: acquisire le conoscenze e tecniche di base della Teoria dei grafi, alberi, circuiti, distanza, principali invarianti, algoritmi (di Kruskal e Prufer), della teoria degli ipergrafi (combinatoria estrema) e della Teoria di Ramsey, della teoria dei codici algebrici</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni ed i risultati di base relativi alla Teoria dei grafi e ipergrafi, algebrica ed estrema e della teoria dei codici algebrici. Conoscerà anche almeno l'insieme dei problemi più significativi nell'ambito dei quali tali teorie trovano applicazioni.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di risolvere problemi di tipo algebrico-combinatorio che richiedano l'uso di tecniche legate alla combinatoria dei grafi e alle principali strutture e sottostrutture e di discutere come si possano modellizzare problemi (in ambienti non prettamente matematici) per mezzo degli strumenti acquisiti.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare come argomenti della Teoria dei grafi e della teoria dei codici algebrici trattati nei corsi di base possano trovare applicazioni in diversi ambiti ed essere strumento essenziale nella soluzione di problemi concreti.</p> <p>Capacità comunicative: il discente avrà la capacità di comunicare in maniera rigorosa le idee ed i contenuti esposti nel corso.</p> <p>Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di portare avanti uno studio autonomo in un possibile contesto interdisciplinare (per coloro che hanno conoscenze ed interessi verso la Matematica Applicata, l'Informatica, la Genetica, la cosiddetta "Data Science").</p>				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031444 ANALISI DI SEQUENZE DI DATI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base nell'analisi delle serie temporali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi ai modelli matematici delle serie temporali: processi stazionari e non, modelli lineari multivariati, modelli ARIMA, analisi stetttrale, trend, test di indipendenza seriale.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici casi di analisi di serie temporali stazionarie e non e di stimare i parametri, il trend, la deviazione standard del rumore e di diagnosticare i residui.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti di base di algebra lineare, analisi, probabilita', statistica.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e nei quesiti proposti durante la prova pratica di laboratorio e la prova orale.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito, di metodi avanzati di analisi di serie di dati reali.				
10595857 DATA MINING	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
1. Conoscenza e capacità di comprensione Gli studenti che abbiano superato l'esame conosceranno e comprenderanno i principali strumenti per la Data Analysis: modelli Gaussiani, modelli lineari, analisi in componenti principali, analisi fattoriale, analisi discriminante, analisi della correlazione canonica, multi-dimensional scaling, modelli causali, catene di Markov, grafi aleatori, algoritmi basati su grafi.				
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicata Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di risolvere problemi di Data Mining, tra cui model selection, prediction, classification, clustering, dimension reduction, feature extraction, inferenza causale.				
3. Autonomia di giudizio Gli studenti saranno in grado di valutare i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.				
4. Capacità comunicative Gli studenti sapranno esporre e spiegare la soluzione di alcuni esercizi proposti, sia alla lavagna che su computer.				
5. Capacità di apprendimento Le conoscenze acquisite permetteranno agli studenti di costruire le basi per lo studio degli aspetti più specialistici della Data Science e dei metodi numerici in questa area.				
10605752 MATHEMATICAL MODELS FOR NEURAL NETWORKS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Acquisire conoscenze di base sui metodi matematici impiegati nella modellistica dell'intelligenza artificiale, con particolare attenzione al "machine learning".				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni ed i risultati di base (prevalentemente negli ambiti di processi stocastici e meccanica statistica) utilizzati nello studio dei principali modelli di reti neurali (e.g., reti di Hopfield, macchine di Boltzmann, reti feed-forward).				
Applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di individuare l'architettura ottimale per un certo "task" e di risolvere il modello risultante determinandone un diagramma di fase; lo studente avrà le basi per sviluppare, in autonomia, algoritmi di apprendimento e di richiamo.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente sarà in grado di determinare i parametri che controllano il comportamento qualitativo di una rete neurale e di stimare valori per tali parametri che permettano il buon funzionamento della rete; sarà inoltre in grado di esaminare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati nel corso ed in altri corsi dedicati a statistica ed analisi dati.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale e scritta della verifica, eventualmente attraverso l'ausilio di presentazioni.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti più specialistici di meccanica statistica, sviluppo di algoritmi, utilizzo di big data.				
10611928 PROBABILITA' E STATISTICA IN ALTA DIMENSIONE	2°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze in Probabilità e Statistica in alta dimensione con applicazioni alla Data Science				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni di base di Probabilità e Statistica in alta dimensione e conoscerà algoritmi per risolvere alcuni problemi rilevanti in Data Science				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente potrà risolvere diversi problemi riguardanti strutture geometriche aleatorie in alta dimensione, riduzione di dimensione dei dati trattati, problemi di statistical learning e di regressione in alta dimensione.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente comprenderà le idee alla base di diversi algoritmi e software utilizzati in Data Science, comprendendo anche le situazioni ottimali di applicazioni e gli eventuali limiti applicativi.				
Capacità comunicative: lo studente dovrà mostrare capacità di esporre i contenuti del corso nella parte orale della verifica e nella soluzione di problemi nella prova scritta.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno allo studente una comprensione multidisciplinare di diversi problemi motivati dalla data science e faciliteranno lo studio di argomenti ricerca attualmente molto attivi.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031446 TEORIA DEGLI ALGORITMI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi Generali Il corso tratterà alcune questioni fondamentali della ricerca contemporanea in algoritmi nell'ambito della complessità computazionale, degli algoritmi probabilistici e del machine learning.				
1047622 CRYPTOGRAPHY	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Obiettivi Generali: Lo scopo del corso è quello di tramandare i fondamenti della crittografia, che è la componente principale per la sicurezza nelle applicazioni digitali odierne.				
Obiettivi Specifici: Gli studenti impareranno la metodologia della sicurezza dimostrabile, che permette di dimostrare la sicurezza dei moderni crittosistemi in senso matematico.				
Conoscenza e Comprensione:				
-) Conoscenza dei fondamenti matematici della crittografia moderna.				
-) Conoscenza delle principali assunzioni crittografiche, su cui si basa la sicurezza dei moderni crittosistemi.				
-) Conoscenza degli schemi crittografici usati nella vita reale. Comprensione delle loro proprietà (teoriche e pratiche).				
Applicare Conoscenza e Comprensione:				
-) Come selezionare la giusta primitiva crittografica per una data applicazione.				
-) Come analizzare la sicurezza di un dato crittosistema.				
Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti saranno in grado di giudicare se una data primitiva crittografica è sicura oppure no.				
Capacità Comunicative: Come descrivere la sicurezza di una costruzione crittografica nel linguaggio della sicurezza dimostrabile.				
Capacità di Apprendimento Successivo: Gli studenti interessati alla ricerca verranno a conoscenza di alcuni problemi aperti nell'area, ed otterranno le basi necessarie per studi più approfonditi in materia.				

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1031444 ANALISI DI SEQUENZE DI DATI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base nell'analisi delle serie temporali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base relativi ai modelli matematici delle serie temporali: processi stazionari e non, modelli lineari multivariati, modelli ARIMA, analisi strettale, trend, test di indipendenza seriale.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici casi di analisi di serie temporali stazionarie e non e di stimare i parametri, il trend, la deviazione standard del rumore e di diagnosticare i residui.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati e argomenti di base di algebra lineare, analisi, probabilità, statistica.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e nei quesiti proposti durante la prova pratica di laboratorio e la prova orale.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito, di metodi avanzati di analisi di serie di dati reali.				
10595857 DATA MINING	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
1. Conoscenza e capacità di comprensione Gli studenti che abbiano superato l'esame conosceranno e comprenderanno i principali strumenti per la Data Analysis: modelli Gaussiani, modelli lineari, analisi in componenti principali, analisi fattoriale, analisi discriminante, analisi della correlazione canonica, multi-dimensional scaling, modelli causali, catene di Markov, grafi aleatori, algoritmi basati su grafi.				
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicata Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di risolvere problemi di Data Mining, tra cui model selection, prediction, classification, clustering, dimension reduction, feature extraction, inferenza causale.				
3. Autonomia di giudizio Gli studenti saranno in grado di valutare i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.				
4. Capacità comunicative Gli studenti sapranno esporre e spiegare la soluzione di alcuni esercizi proposti, sia alla lavagna che su computer.				
5. Capacità di apprendimento Le conoscenze acquisite permetteranno agli studenti di costruire le basi per lo studio degli aspetti più specialistici della Data Science e dei metodi numerici in questa area.				
1031836 MATEMATICA DISCRETA	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
--------------	------	----------	-----	--------

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: acquisire le conoscenze e tecniche di base della Combinatoria delle permutazioni, enumerativa, degli insiemi parzialmente ordinati, e delle partizioni di interi, e comprenderne le loro principali applicazioni.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni ed i risultati di base relativi alla Combinatoria delle permutazioni (con particolare riguardo ai problemi enumerativi, algebrici e algoritmici, random) e alla combinatoria enumerativa (soprattutto concernenti i suoi aspetti algebrici). Conoscerà anche almeno l'insieme dei problemi più significativi nell'ambito dei quali tali teorie trovano applicazioni.

Applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di risolvere problemi di tipo algebrico-combinatorio che richiedano l'uso di tecniche legate alla combinatoria delle permutazioni ed enumerativa e di discutere come si possano modellizzare problemi (in ambienti non prettamente matematici) per mezzo degli strumenti acquisiti.

Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare come argomenti della combinatoria e dell'Algebra ed Algebra Lineare trattati nei corsi di base possano trovare applicazioni in diversi ambiti ed essere strumento essenziale nella soluzione di problemi concreti.

Capacità comunicative: il discente avrà la capacità di comunicare in maniera rigorosa le idee ed i contenuti esposti nel corso.

Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di portare avanti uno studio autonomo in un possibile contesto interdisciplinare (per coloro che hanno conoscenze ed interessi verso la Matematica Applicata, l'Informatica, la Genetica, la cosiddetta "Data Science").

10595860 METODI MATEMATICI IN MECCANICA STATISTICA	1°	2°	6	ITA
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:
acquisire conoscenze specialistiche di base su un approccio rigoroso alla meccanica statistica di equilibrio

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:
conoscenza degli ensemble statistici, delle misure di Gibbs e dei funzionali termodinamici; comprensione delle transizioni di fase per modelli paradigmatici di particelle su reticolo.

Applicare conoscenza e comprensione:
al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere modelli semplici di particelle attraverso gli ensemble statistici, di fare il limite termodinamico della funzione di partizione e determinare i funzionali termodinamici, e di intuire eventuali transizioni di fase per modelli semplici su reticolo.

Capacità' critiche e di giudizio:
capacità' di descrivere il comportamento meccanico e termodinamico di sistemi composti da un grande numero di particelle.

Capacità comunicative:
capacità' di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più' interessanti, di discutere matematicamente dei punti più' sottili, almeno per modelli semplici.

Capacità' di apprendimento:
le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare studi avanzati, anche a livello di dottorato, relativi alla meccanica statistica di equilibrio e non, e di utilizzare gli strumenti di base della meccanica statistica in altri contesti.

MODULO II - METODI FISICO- MATEMATICI	1°	2°	3	ITA
---	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze specialistiche di base su un approccio rigoroso alla meccanica statistica di equilibrio				
Obiettivi specifici: Conoscenza e comprensione: conoscenza degli ensemble statistici, delle misure di Gibbs e dei funzionali termodinamici; comprensione delle transizioni di fase per modelli paradigmatici di particelle su reticolo.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere modelli semplici di particelle attraverso gli ensemble statistici, di fare il limite termodinamico della funzione di partizione e determinare i funzionali termodinamici, e di intuire eventuali transizioni di fase per modelli semplici su reticolo.				
Capacità' critiche e di giudizio: capacità' di descrivere il comportamento meccanico e termodinamico di sistemi composti da un grande numero di particelle.				
Capacità comunicative: capacità' di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più' interessanti, di discutere matematicamente dei punti più' sottili, almeno per modelli semplici.				
Capacità' di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare studi avanzati, anche a livello di dottorato, relativi alla meccanica statistica di equilibrio e non, e di utilizzare gli strumenti di base della meccanica statistica in altri contesti.				
MODULO I - METODI STATISTICI	1°	2°	3	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze specialistiche di base su un approccio rigoroso alla meccanica statistica di equilibrio				
Obiettivi specifici: Conoscenza e comprensione: conoscenza degli ensemble statistici, delle misure di Gibbs e dei funzionali termodinamici; comprensione delle transizioni di fase per modelli paradigmatici di particelle su reticolo.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di descrivere modelli semplici di particelle attraverso gli ensemble statistici, di fare il limite termodinamico della funzione di partizione e determinare i funzionali termodinamici, e di intuire eventuali transizioni di fase per modelli semplici su reticolo.				
Capacità' critiche e di giudizio: capacità' di descrivere il comportamento meccanico e termodinamico di sistemi composti da un grande numero di particelle.				
Capacità comunicative: capacità' di enucleare i punti significativi della teoria, di saper illustrare con esempi opportuni le parti più' interessanti, di discutere matematicamente dei punti più' sottili, almeno per modelli semplici.				
Capacità' di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di affrontare studi avanzati, anche a livello di dottorato, relativi alla meccanica statistica di equilibrio e non, e di utilizzare gli strumenti di base della meccanica statistica in altri contesti.				
1031451 PROCESSI STOCASTICI	1°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze di base in teoria dei processi stocastici e nella modellizzazione stocastica di fenomeni reali.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni e i risultati di base riguardanti i processi stocastici a tempo discreto e a tempo continuo, su strutture discrete quali ad esempio grafi oppure su spazi continui.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di modellizzare l'evoluzione temporale di vari fenomeni reali tramite i processi stocastici, di analizzare la stazionarietà e/o la reversibilità temporale dei processi stocastici, di calcolare probabilità di assorbimento e tempi attesi di assorbimento, di simulare processi stocastici e di stimare la velocità di convergenza all'equilibrio.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per studiare sistemi dinamici stocastici e acquisire la capacità di valutare la bontà di un modello rispetto ad altri nella modellizzazione di fenomeni reali.				
Capacità comunicative: dovendo sostenere una prova orale di teoria, gli studenti svilupperanno le capacità comunicative necessarie per bene esporre la teoria matematica e i vari modelli considerati nel corso.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio più approfondito dei processi stocastici sia su spazi discreti che continui, aiutando lo studente nello studio di altri corsi quali ad esempio calcolo stocastico.				
1031446 TEORIA DEGLI ALGORITMI	1°	2°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi Generali				
Il corso tratterà alcune questioni fondamentali della ricerca contemporanea in algoritmi nell'ambito della complessità computazionale, degli algoritmi probabilistici e del machine learning.				
10605747 COMPUTATIONAL MATHEMATICS	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso intende introdurre lo studio di approcci multiscala (micro-meso-macro) per modelli di sistemi multi-agente. Esempi tipici sono: traffico veicolare, pedoni, dinamica delle opinioni, flocking/swarming, mercati finanziari e così via. Il corso prevede anche attività di laboratorio per la parte computazionale relativa alla simulazione numerica dei modelli.</p>				
1. Conoscenza e capacità di comprensione				
<p>Gli studenti che abbiano superato l'esame sapranno modellizzare e studiare proprietà qualitative di fenomeni fisici attraverso diverse scale di descrizione: dalla microscopica, alla cinetica, fino alla macroscopica.</p>				
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicata				
<p>Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di utilizzare tecniche numeriche efficienti, deterministiche e non, per la simulazione dei modelli, e saranno in grado di realizzare praticamente gli algoritmi in C++ o MATLAB.</p>				
3. Autonomia di giudizio				
<p>Gli studenti saranno in grado di valutare la migliore scala di rappresentazione del fenomeno di riferimento, i risultati prodotti dai loro programmi, effettuare test e simulazioni.</p>				
4. Capacità comunicative				
<p>Gli studenti sapranno esporre e spiegare le scelte di modellizzazione, le proprietà dei modelli, sia alla lavagna che su computer.</p>				
5. Capacità di apprendimento				
<p>Le conoscenze acquisite permetteranno agli studenti di costruire le basi per ulteriori studi di ricerca relativi ai modelli di sistemi multi-agente.</p>				
1047622 CRYPTOGRAPHY	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi Generali: Lo scopo del corso è quello di tramandare i fondamenti della crittografia, che è la componente principale per la sicurezza nelle applicazioni digitali odierne.</p>				
<p>Obiettivi Specifici: Gli studenti impareranno la metodologia della sicurezza dimostrabile, che permette di dimostrare la sicurezza dei moderni crittosistemi in senso matematico.</p>				
<p>Conoscenza e Comprensione:</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Conoscenza dei fondamenti matematici della crittografia moderna. -) Conoscenza delle principali assunzioni crittografiche, su cui si basa la sicurezza dei moderni crittosistemi. -) Conoscenza degli schemi crittografici usati nella vita reale. Comprensione delle loro proprietà (teoriche e pratiche). 				
<p>Applicare Conoscenza e Comprensione:</p> <ul style="list-style-type: none"> -) Come selezionare la giusta primitiva crittografica per una data applicazione. -) Come analizzare la sicurezza di un dato crittosistema. 				
<p>Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti saranno in grado di giudicare se una data primitiva crittografica è sicura oppure no.</p>				
<p>Capacità Comunicative: Come descrivere la sicurezza di una costruzione crittografica nel linguaggio della sicurezza dimostrabile.</p>				
<p>Capacità di Apprendimento Successivo: Gli studenti interessati alla ricerca verranno a conoscenza di alcuni problemi aperti nell'area, ed otterranno le basi necessarie per studi più approfonditi in materia.</p>				
10605830 FOURIER ANALYSIS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire nozioni di base di analisi armonica relative alla trasformata continua e discreta di Fourier e alle serie di Fourier, e conoscere le principali applicazioni a problemi sia teorici che pratici di tali metodi.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le principali nozioni su trasformata di Fourier continua e discreta, serie di Fourier, wavelets, e loro uso in alcuni ambiti teorici e pratici (equazioni differenziali, trattamento di immagini, teoria dei segnali).				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere problemi di livello base di analisi armonica, avrà acquisito familiarità con trasformate e serie di Fourier, e sarà in grado di applicare tali tecniche alla soluzione di vari problemi concreti.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per comprendere quando tecniche di analisi armonica possono essere utili come strumenti per la soluzione di problemi in vari ambiti dell'analisi e delle sue applicazioni.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale della verifica e rispondere a quesiti teorici.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso, relativo ad aspetti più avanzati dell'analisi armonica, e di argomenti applicativi più specifici.				
10605748 COMBINATORICS	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire le conoscenze e tecniche di base della Teoria dei grafi, alberi, circuiti, distanza, principali invarianti, algoritmi (di Kruskal e Prufer), della teoria degli ipergrafi (combinatoria estrema) e della Teoria di Ramsey, della teoria dei codici algebrici				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni ed i risultati di base relativi alla Teoria dei grafi e ipergrafi, algebrica ed estrema e della teoria dei codici algebrici. Conoscerà anche almeno l'insieme dei problemi più significativi nell'ambito dei quali tali teorie trovano applicazioni.				
Applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di risolvere problemi di tipo algebrico-combinatorio che richiedano l'uso di tecniche legate alla combinatoria dei grafi e alle principali strutture e sottostrutture e di discutere come si possano modellizzare problemi (in ambienti non prettamente matematici) per mezzo degli strumenti acquisiti.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi per analizzare come argomenti della Teoria dei grafi e della teoria dei codici algebrici trattati nei corsi di base possano trovare applicazioni in diversi ambiti ed essere strumento essenziale nella soluzione di problemi concreti.				
Capacità comunicative: il discente avrà la capacità di comunicare in maniera rigorosa le idee ed i contenuti esposti nel corso.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno di portare avanti uno studio autonomo in un possibile contesto interdisciplinare (per coloro che hanno conoscenze ed interessi verso la Matematica Applicata, l'Informatica, la Genetica, la cosiddetta "Data Science").				
10605752 MATHEMATICAL MODELS FOR NEURAL NETWORKS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Acquisire conoscenze di base sui metodi matematici impiegati nella modellistica dell'intelligenza artificiale, con particolare attenzione al "machine learning".				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni ed i risultati di base (prevalentemente negli ambiti di processi stocastici e meccanica statistica) utilizzati nello studio dei principali modelli di reti neurali (e.g., reti di Hopfield, macchine di Boltzmann, reti feed-forward).				
Applicare conoscenza e comprensione: lo studente sarà in grado di individuare l'architettura ottimale per un certo "task" e di risolvere il modello risultante determinandone un diagramma di fase; lo studente avrà le basi per sviluppare, in autonomia, algoritmi di apprendimento e di richiamo.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente sarà in grado di determinare i parametri che controllano il comportamento qualitativo di una rete neurale e di stimare valori per tali parametri che permettano il buon funzionamento della rete; sarà inoltre in grado di esaminare le analogie e le relazioni tra gli argomenti trattati nel corso ed in altri corsi dedicati a statistica ed analisi dati.				
Capacità comunicative: capacità di esporre i contenuti nella parte orale e scritta della verifica, eventualmente attraverso l'ausilio di presentazioni.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o impartito in un corso di LM, relativo ad aspetti più specialistici di meccanica statistica, sviluppo di algoritmi, utilizzo di big data.				
10611928 PROBABILITA' E STATISTICA IN ALTA DIMENSIONE	2°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire conoscenze in Probabilità e Statistica in alta dimensione con applicazioni alla Data Science				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito le nozioni di base di Probabilità e Statistica in alta dimensione e conoscerà algoritmi per risolvere alcuni problemi rilevanti in Data Science				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente potrà risolvere diversi problemi riguardanti strutture geometriche aleatorie in alta dimensione, riduzione di dimensione dei dati trattati, problemi di statistical learning e di regressione in alta dimensione.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente comprenderà le idee alla base di diversi algoritmi e software utilizzati in Data Science, comprendendo anche le situazioni ottimali di applicazioni e gli eventuali limiti applicativi.				
Capacità comunicative: lo studente dovrà mostrare capacità di esporre i contenuti del corso nella parte orale della verifica e nella soluzione di problemi nella prova scritta.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno allo studente una comprensione multidisciplinare di diversi problemi motivati dalla data science e faciliteranno lo studio di argomenti ricerca attualmente molto attivi.				

Obiettivi formativi

Gli strumenti della matematica si caratterizzano per generalità e flessibilità. Queste caratteristiche diventano particolarmente fertili nell'interazione con le applicazioni alle scienze e nel mondo del lavoro. La generalità, infatti, permette di mettere in evidenza aspetti comuni a molti fenomeni, e la flessibilità permette di adattare tecniche note in contesti diversi a problemi nuovi. Da un lato quindi la matematica è in grado di contribuire alla soluzione di problemi applicati, mettendo in campo una grande varietà di competenze teoriche, e dando risposte robuste ed

efficaci. D'altro canto, il confronto con le applicazioni rappresenta una linfa fondamentale ed una ricca fonte di ispirazione per la ricerca in matematica. Il corso di studi in Matematica applicata vuole dunque formare un matematico con una solida preparazione di base, fondata sullo studio degli strumenti generali della matematica, e una solida conoscenza degli strumenti della matematica applicata, costruita attraverso la feconda interazione della matematica con le altre discipline, tra cui la fisica, l'informatica, la statistica, la biologia. In questo modo i laureati e le laureate magistrali saranno dotati di una varietà di competenze che gli permetteranno di contribuire, in realtà produttive o amministrative, o nella ricerca applicata, alla soluzione dei vari problemi. Inoltre, potranno indirizzarsi più specificatamente verso la ricerca, pubblica o privata, attraverso il dottorato di ricerca, perché sapranno come si possono sviluppare, a partire dalle applicazioni, metodi matematici innovativi più generali, che da un lato ampliano il campo della matematica e dall'altro quello delle applicazioni, in una feconda interazione. Infine, rispetto a molte lauree magistrali nella stessa classe, nonostante non siano previsti precorsi didattici esplicitamente dedicati alla preparazione all'insegnamento o alle attività divulgative, il corso di studi in Matematica applicata garantisce una formazione ampia, che copre tutti gli aspetti culturali e curricolari dell'attuale insegnamento nelle scuole, inclusi argomenti di statistica e informatica, e il rapporto con le altre discipline. Inoltre dà la possibilità di completare la propria preparazione nelle più nuove tecniche modellistiche per l'analisi dati (Machine Learning), in fisica moderna e informatica, dando al laureato e alla laureata una base disciplinare molto ampia, per iniziare il percorso verso l'insegnamento, la formazione, la divulgazione. Il percorso formativo della Laurea magistrale in Matematica applicata: 1) comprende attività formative che si caratterizzano per un particolare rigore logico/matematico e per un elevato livello di astrazione e generalità; 2) comprende attività formative che si caratterizzano per un approfondito studio degli strumenti matematici nello sviluppo delle altre discipline nelle applicazioni; 3) comprende attività formative in altre discipline, a contenuto fortemente matematizzato; 4) comprende attività di laboratorio computazionale e informatico, per l'approfondimento dei principali linguaggi di programmazione, dell'uso delle piattaforme software per la matematica, e per la sperimentazione di algoritmi di Machine Learning e più in generale di intelligenza artificiale; 5) può includere attività esterne come tirocini formativi presso enti, aziende e laboratori, strutture della pubblica amministrazione, oltre a soggiorni di studio presso altre Università italiane ed estere, nel quadro di accordi internazionali. Gli insegnamenti specialistici forniti dal C.d.S. sono fortemente collegati alle attività di ricerca scientifica attive nel dipartimento, in particolare nei settori dell'algebra computazionale, del calcolo delle variazioni, della probabilità e della statistica, dell'analisi numerica, della modellistica analitica, della fisica matematica, e delle applicazioni all'informatica. La laurea magistrale in Matematica applicata viene conferita agli studenti che abbiano conseguito i risultati di apprendimento descritti nel seguito, secondo i 'descrittori di Dublino'. Questi risultati vengono conseguiti attraverso la frequenza ai corsi, ai laboratori e alle attività di formazione esterne (stages/tirocini). La verifica dell'apprendimento si basa di norma su esami scritti e orali, che possono anche prevedere la discussione di elaborati preparati dagli studenti, anche in collaborazione. Nel caso dei laboratori informatici e computazionali può essere prevista una prova pratica. Le attività di tirocinio hanno anche finalità di orientamento occupazionale. Il lavoro di tesi, che occupa indicativamente il secondo semestre del secondo anno del corso, fornisce allo studente l'opportunità di essere inserito nell'attività di ricerca o nello sviluppo di progetti, e di completare la propria preparazione, anche in vista dell'inserimento nel mondo del lavoro o dell'avviamento alla ricerca attraverso il dottorato.

Profilo professionale

Profilo

Ricercatore

Funzioni

I laureati e le laureate magistrali del Corso di laurea in Matematica applicata - svolgono attività di ricerca in matematica, sia sugli aspetti più matematici, sia sugli aspetti applicativi; - scrivono articoli, report, poster, e tengono seminari per disseminare gli esiti della ricerca; - collaborano, in squadra, con altri ricercatori; - svolgono attività di divulgazione ad alto livello con particolare riferimento agli aspetti applicativi della matematica e alla sua interazione con le altre scienze; - interagiscono con altri professionisti della cultura scientifica; - gestiscono, organizzano e coordinano gruppi di lavoro multiculturali;

Competenze

I laureati e le laureate magistrali nel corso di Laurea in Matematica applicata - hanno capacità di studio lungo e approfondito su argomenti complessi, nuovi, e privi di soluzioni note; - hanno capacità di utilizzare l'ampia

letteratura scientifica in matematica e matematica applicata; - hanno capacità di progettazione e di pianificazione di una ricerca; - hanno capacità creative; - hanno competenze comunicative per la diffusione di risultati matematici; - sanno usare software scientifico sia per le manipolazioni simboliche, sia per la simulazioni numeriche.

Sbocchi lavorativi

- centri di ricerca e sviluppo di aziende ad alto contenuto tecnologico; - centri di ricerca e sviluppo di banche e agenzie finanziarie; - accesso ai corsi di dottorato per l'avviamento alla ricerca in università e enti pubblici; - accesso agli assegni di ricerca per l'avviamento alla ricerca applicata; - i laureati e le laureate magistrali in possesso dei requisiti previsti dalla normativa vigente potranno partecipare alle prove d'accesso ai percorsi di formazione del personale docente per le scuole secondarie di primo e secondo grado; - nella divulgazione e nel giornalismo scientifico e dell'offerta culturale (mostre e musei a carattere scientifico).

Frequentare

Laurearsi

Per la prova finale, lo/la studente prepara una tesi di laurea magistrale su un argomento concordato con un docente dell'Ateneo di sua scelta, che assumerà il ruolo di relatore della tesi. La tesi può trattare argomenti teorici e applicati della matematica, o anche argomenti fortemente matematizzati di altre discipline. La tesi può avere natura compilativa, prevedendo un lavoro autonomo di raccolta delle fonti, di comprensione e di sintesi; può essere un lavoro di avviamento alla ricerca, attraverso il confronto con un problema matematico di soluzione non nota; può avere natura sperimentale prevedendo l'adattamento di tecniche note, teoriche o numeriche o di intelligenza artificiale, a problemi specifici della matematica o di altre discipline. La tesi si concretizza in un documento scritto, in italiano o in inglese, e la prova finale consiste nella sua discussione davanti alla commissione di laurea formata da docenti del corso di studi. Il lavoro di tesi dello/della studente viene valutato in base alla qualità e all'originalità dei risultati conseguiti, all'autonomia e alla padronanza espositiva, scritta e orale, al suo valore formativo in relazione al percorso di studi. Il voto di laurea si basa sul curriculum e sulla valutazione del lavoro di tesi.

Organizzazione

Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Paolo Buttà

Tutor del corso

SILVIA NOSCHESE
EMANUELE NUNZIO SPADARO
ALESSANDRA FAGGIONATO

Manager didattico

Loredana De Ieso

Rappresentanti degli studenti

Gabriele Mazzini
Tatiana Mochi
Stefano Ramagnano

Docenti di riferimento

VITTORIA SILVESTRI
LUCA ROSSI
ELISABETTA CARLINI
DOMENICO FIORENZA
ALESSANDRA FAGGIONATO
ELENA AGLIARI

Regolamento del corso

REGOLAMENTO DIDATTICO LM-40 MATEMATICA APPLICATA a.a. 2024/25 NG1 Requisiti di ammissione NG2 Modalità di verifica delle conoscenze in ingresso NG3 Passaggi, trasferimenti, abbreviazioni di corso, riconoscimento crediti NG3.1 Passaggi e trasferimenti NG3.2 Abbreviazioni di corso NG3.3 Criteri per il riconoscimento crediti NG4 Piani di completamento e piani di studio individuali NG5 Modalità didattiche NG5.1 Crediti formativi universitari NG5.2 Calendario didattico NG5.3 Prove d'esame NG5.4 Verifica delle conoscenze linguistiche NG6 Modalità di frequenza, propedeuticità, passaggio ad anni successivi NG7 Regime a tempo parziale NG8 Studenti fuori corso e validità dei crediti acquisiti NG9 Tutorato NG10 Percorsi di eccellenza NG11 Prova finale NG11.1 Domanda di laurea, consegna della tesi, calendario delle sedute NG11.2 Relatore, correlatore, relatore esterno, relatore aggiunto NG11.3 Assegnazione della tesi NG11.4 Contenuto della tesi NG11.5 Composizione della commissione e controrelatore NG11.6 Attribuzione del voto finale NG12 Applicazione dell'art. 6 del regolamento studenti (R.D. 4.6.1938, N. 1269) =====
NG1 Requisiti di ammissione ===== Per l'accesso alla laurea magistrale in Matematica Applicata è richiesto il possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, o di altro titolo di studio conseguito in Italia o all'estero, ritenuto idoneo. È richiesta una buona conoscenza della formazione matematica di base, delle basi della fisica, e dei necessari strumenti informatici. Si richiede inoltre un'adeguata conoscenza della lingua inglese in ambito scientifico. In ogni caso per accedere alla laurea magistrale è necessario il possesso dei seguenti requisiti curriculari: - 27 crediti nei settori di formazione matematica MAT/02-03, MAT/05-08; - 15 crediti nei settori di formazione fisica FIS/01-08 e informatica INF/01, ING-INF/05; - ulteriori 42 crediti nei settori MAT/01-09, FIS/01-08, INF/01, ING-INF/01-ING-INF/05. È, inoltre, richiesta la conoscenza della lingua inglese almeno a livello B1. Studenti e studentesse che non sono in possesso di tali requisiti curriculari possono iscriversi a corsi singoli, come previsto dal Manifesto degli studi di Ateneo, e sostenere i relativi esami prima dell'iscrizione alla laurea magistrale. Può immatricolarsi al corso di laurea magistrale anche chi non abbia ancora conseguito la laurea triennale, fermo restando l'obbligo di conseguirla entro i termini stabiliti dal Regolamento didattico d'Ateneo. La procedura per la verifica dei requisiti

curricolari e della preparazione personale è fissata nell'articolo 8 del Regolamento per gli studenti e le studentesse (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/regolamento-studenti>) e nel bando annuale, pubblicato nella sezione Iscriverti del portale dei corsi di studio di Ateneo, alla voce "Leggi i requisiti". Per agevolare l'attività di verifica, l'autocertificazione con l'indicazione degli esami sostenuti, dei settori scientifico disciplinari corrispondenti agli insegnamenti e i relativi programmi, va inviata, quando prevista dall'art. 8 del Regolamento, oltre che alla Segreteria amministrativa, anche all'indirizzo coor-mat@mat.uniroma1.it =====

NG2 Modalità di verifica delle conoscenze in ingresso ===== Il possesso delle conoscenze sarà verificato dal Presidente del CAD di Matematica o suo delegato. L'approvazione della richiesta di iscrizione è automatica in caso di possesso dei seguenti requisiti: - 24 crediti nei settori MAT/02, MAT/03 - 24 crediti nel settore MAT/05; - 16 crediti nei settori MAT/06, MAT/07, MAT08; - 8 crediti nei settori INF/01, ING-INF/05; - 16 crediti nei settori della Fisica (FIS/01-08); - ulteriori 32 crediti nei settori della Matematica (MAT/01-09). La preparazione personale di coloro che non sono in possesso dei crediti sopra indicati viene verificata sulla base del curriculum presentato e mediante un incontro di valutazione ed eventuali colloqui integrativi. L'esito della verifica può essere uno dei seguenti: - l'ammissione incondizionata; - una non ammissione motivata; - una ammissione a percorsi concordati con lo/la studente in base alla sua preparazione iniziale e ai suoi interessi specifici. Per permettere ai richiedenti un'opportuna autovalutazione viene messo a disposizione un Syllabus dei prerequisiti che garantiscono una buona fruizione degli insegnamenti dei vari curricula. Il Syllabus è reperibile sulle pagine web del Dipartimento di Matematica dedicate alla didattica (<http://www.mat.uniroma1.it/didattica/corsi-di-laurea/lauree-magistrali>). ===== NG3 Passaggi, trasferimenti, abbreviazioni di corso, riconoscimento crediti ===== -----

NG3.1 Passaggi e trasferimenti ----- Le domande di passaggio di studenti provenienti da altri corsi di laurea magistrale o specialistica della Sapienza e le domande di trasferimento di studenti provenienti da altre Università, da Accademie militari o da altri istituti militari d'istruzione superiore sono subordinate ad approvazione da parte del CAD che: - valuta la possibilità di riconoscimento totale o parziale della carriera di studio fino a quel momento seguita, con la convalida di parte o di tutti gli esami sostenuti e degli eventuali crediti acquisiti, con la relativa votazione; nel caso di passaggio fra corsi ex D.M. 270 della stessa classe vanno riconosciuti almeno il 50% dei crediti acquisiti in ciascun SSD (art. 3 comma 9 del D.M. delle classi di laurea magistrale); - indica l'anno di corso al quale lo/la studente viene iscritto; - stabilisce l'eventuale obbligo formativo aggiuntivo da assolvere; - formula il piano di completamento per il conseguimento del titolo di studio. Le richieste di trasferimento al corso di laurea magistrale in Matematica devono essere presentate entro le scadenze e con le modalità specificate nel Regolamento degli studenti e delle studentesse (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/regolamento-studenti>).

----- NG3.2 Abbreviazioni di corso ----- Chi è già in possesso del titolo di laurea quadriennale, o di laurea specialistica acquisita secondo un ordinamento previgente, o di laurea magistrale acquisita secondo un ordinamento vigente e intenda conseguire un ulteriore titolo di studio, può chiedere al CAD l'iscrizione ad un anno di corso successivo al primo. Le domande sono valutate dal CAD, che in proposito: - valuta la possibilità di riconoscimento totale o parziale della carriera di studio fino a quel momento seguita, con la convalida di parte o di tutti gli esami sostenuti e degli eventuali crediti acquisiti con la relativa votazione; nel caso di passaggio fra corsi ex D.M. 270 della stessa classe vanno riconosciuti almeno il 50% dei crediti acquisiti in ciascun SSD (art. 3 comma 9 del D.M. delle classi di laurea magistrale); - indica l'anno di corso al quale lo/la studente viene iscritto; - stabilisce l'eventuale obbligo formativo aggiuntivo da assolvere; - formula il piano di completamento per il conseguimento del titolo di studio. Uno/una studente non può immatricolarsi o iscriversi a un corso di laurea magistrale appartenente alla medesima classe nella quale ha già conseguito il diploma di laurea magistrale. Le richieste devono essere presentate entro le scadenze e con le modalità specificate nel Regolamento per gli studenti e le studentesse (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/regolamentostudenti>).

----- NG3.3 Criteri per il riconoscimento crediti ----- Possono essere riconosciuti tutti i crediti formativi universitari (CFU) già acquisiti se relativi ad insegnamenti che abbiano contenuti, documentati attraverso i programmi degli insegnamenti, coerenti con uno dei percorsi formativi previsti dal corso di laurea magistrale. Per i passaggi da corsi di studio della stessa classe è garantito il riconoscimento di un minimo del 50% dei crediti di ciascun settore scientifico disciplinare. Il CAD può deliberare l'equivalenza tra Settori scientifico disciplinari (SSD) per l'attribuzione dei CFU sulla base del contenuto degli insegnamenti ed in accordo con l'ordinamento del corso di laurea magistrale. I CFU già acquisiti relativi agli insegnamenti per i quali, anche con diversa denominazione, esista una manifesta equivalenza di contenuto con gli insegnamenti offerti dal corso di laurea magistrale possono essere riconosciuti come relativi agli insegnamenti con le denominazioni proprie del corso di laurea magistrale a cui si chiede l'iscrizione. In questo caso, il CAD delibera il riconoscimento con le seguenti modalità: - se il numero di CFU corrispondenti all'insegnamento di cui si chiede il riconoscimento coincide con quello dell'insegnamento per cui viene esso riconosciuto, l'attribuzione avviene direttamente; - se i CFU corrispondenti all'insegnamento di cui si chiede il riconoscimento sono in numero diverso rispetto all'insegnamento per cui esso viene riconosciuto, il CAD esaminerà il curriculum dello studente ed attribuirà i crediti eventualmente dopo colloqui integrativi. Il CAD può riconoscere come crediti le conoscenze e abilità professionali certificate 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. Tali crediti vanno a far parte dei 12 CFU relativi agli insegnamenti a scelta dello studente, oppure delle ulteriori attività formative. In ogni caso, il numero massimo di crediti riconoscibili in tali ambiti non può essere superiore a 12.

===== NG4 Piani di completamento e piani di studio individuali

===== Ogni studente e studentessa deve ottenere l'approvazione ufficiale del proprio percorso formativo da parte del CAD prima di poter verbalizzare esami relativi ad insegnamenti che non siano obbligatori per tutti i curricula, pena l'annullamento dei relativi verbali d'esame. Nel presentare un percorso formativo lo/la studente deve optare per una delle due tipologie alternative: - Percorso formativo curricolare, che deve rispettare le regole indicate nel Manifesto del Corso di Laurea; - Percorso formativo individuale, che deve rispettare solamente le regole indicate nell'Offerta formativa. La presentazione del percorso formativo può essere effettuata una sola volta per ogni anno accademico nei termini stabiliti dal CAD, resi noti sul sito web istituzionale del Dipartimento di Matematica <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/percorsi-formativi> Il Cad può richiedere allo studente una modifica del percorso formativo prescelto. Nel caso di percorso formativo curricolare questa modifica può riguardare solamente gli insegnamenti relativi ai 12 CFU a scelta dello studente. Lo/la studente che abbia già presentato un percorso formativo può, in un successivo anno accademico, presentarne uno differente. In ogni modo, gli esami già verbalizzati non possono essere sostituiti. Per quanto riguarda i 12 CFU a scelta, sono possibili diverse scelte (sempre all'interno degli insegnamenti delle lauree di primo livello della Sapienza): due corsi (con voto in trentesimi) da 6 CFU ciascuno; un corso da 12 CFU (con voto in trentesimi); un corso da 9 CFU (con voto in trentesimi) e uno da 6 CFU (con voto in trentesimi; in questo caso ci si laurea con 183 CFU). Non è possibile, invece, ottenere i 12 CFU a scelta sostenendo un esame da 9 CFU (con voto in trentesimi) e un' idoneità da 3 CFU (senza voto).

===== NG5 Modalità didattiche

===== Le attività didattiche sono di tipo convenzionale e distribuite su base semestrale. Gli insegnamenti sono impartiti attraverso lezioni ed esercitazioni in aula e attività in laboratorio, organizzando l'orario delle attività in modo da consentire a studenti e studentesse un congruo tempo da dedicare allo studio personale. La durata nominale del corso di laurea magistrale è di 4 semestri, pari a due anni.

----- NG5.1 Crediti formativi universitari ----- Il credito formativo universitario (CFU) misura la quantità di lavoro svolto da una/uno studente per raggiungere un obiettivo formativo. I CFU sono acquisiti dallo studente con il superamento degli esami o con l'ottenimento delle idoneità, ove previste. Il sistema di crediti adottato nelle università italiane ed europee prevede che ad un CFU corrispondano 25 ore di impegno da parte di studenti e studentesse, distribuite tra le attività formative collettive istituzionalmente previste (lezioni, esercitazioni, attività di laboratorio) e lo studio individuale. Nel corso di laurea in Matematica Applicata, in accordo con l'articolo 23 del Regolamento didattico di Ateneo, un CFU corrisponde a: - 8 ore di lezione; - 12 ore di laboratorio o esercitazione guidata; - 20 ore di formazione professionalizzante (con guida del docente su piccoli gruppi) o di studio assistito (esercitazione autonoma di studenti in aula/laboratorio, con assistenza didattica). Le schede individuali di ciascun insegnamento, consultabili sul sito web dell'offerta formativa Sapienza, riportano la ripartizione dei CFU e delle ore di insegnamento nelle diverse attività, insieme agli obiettivi formativi e ai programmi di massima. Il carico di lavoro totale per il conseguimento della laurea è di 120 CFU.

----- NG5.2 Calendario didattico ----- Le lezioni settimanali si svolgono dal lunedì al venerdì, in orario mattutino e pomeridiano, nei seguenti periodi: - I semestre, che inizia a fine settembre e termina entro metà gennaio; - II semestre, che inizia a fine febbraio e termina entro metà giugno. Gli appelli regolari degli esami si tengono in tre periodi: - metà gennaio - fine febbraio - metà giugno - fine luglio - settembre Il dettaglio delle date di inizio e fine delle lezioni di ciascun semestre e di inizio e fine di ciascuna sessione d'esame è pubblicato sul sito web del Corso di Laurea. I periodi dedicati alle lezioni e agli esami non possono sovrapporsi. Sono inoltre previsti due appelli straordinari a novembre e aprile, durante i periodi di lezione, aperti alle categorie di studenti specificate nel Regolamento per gli studenti e le studentesse (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/regolamento-studenti>).

----- NG5.3 Prove d'esame ----- La valutazione del profitto individuale per ciascun insegnamento, viene espressa mediante l'attribuzione di un voto in trentesimi, nel qual caso il voto minimo per il superamento dell'esame è 18/30, oppure di un' idoneità . Alla valutazione finale possono concorrere i seguenti elementi: - un esame scritto, anche diviso in più prove da svolgere durante e alla fine del corso; - un esame orale; - il lavoro svolto in autonomia; - una prova di laboratorio.

----- NG5.4 Verifica delle conoscenze linguistiche ----- I 4 CFU attribuiti alla lingua inglese vanno acquisiti superando l' idoneità di inglese scientifico obbligatoria prevista nel Manifesto.

===== NG6 Modalità di frequenza, propedeuticità, passaggio ad anni successivi ===== La frequenza di lezioni, esercitazioni e laboratori è altamente consigliata. Non sono previste propedeuticità ===== NG7 Regime a tempo parziale ===== I termini e le modalità per la richiesta del regime a tempo parziale nonché le relative norme sono stabilite nel Regolamento per gli studenti e le studentesse (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/regolamento-studenti>) e sono consultabili sul sito web della Sapienza.

===== NG8 Studenti fuori corso e validità dei crediti acquisiti

===== Ai sensi dell'art. 25 del Regolamento didattico di Ateneo lo/la studente si

considera fuori corso quando, avendo frequentato tutte le attività formative previste dal presente regolamento didattico, non abbia superato tutti gli esami e non abbia acquisito il numero di crediti necessario al conseguimento del titolo entro 2 anni. Inoltre - lo/la studente a tempo pieno che sia fuori corso deve superare le prove mancanti al completamento della propria carriera universitaria entro il termine di 6 anni dall'immatricolazione; - lo/la studente a tempo parziale che sia fuori corso deve superare le prove mancanti al completamento della propria carriera universitaria entro un numero di anni pari a quelli concordati per il regime di tempo parziale. ===== NG9 Tutorato =====

Gli studenti e le studentesse del corso di laurea in Matematica Applicata possono usufruire dell'attività di tutorato svolta dai docenti indicati dal CAD, presentando alla segreteria didattica una apposita richiesta in qualunque momento lo ritengano necessario. Il CAD organizza periodicamente attività di orientamento in ingresso, in itinere, e in uscita, di cui viene data notizia sulle pagine web del Dipartimento di Matematica dedicate alla didattica. ===== NG10 Percorsi di eccellenza =====

È istituito un percorso di eccellenza con lo scopo di valorizzare la formazione degli studenti e delle studentesse meritevoli ed interessati ad attività di approfondimento ed integrazione culturale. Il percorso di eccellenza è un canale formativo e consiste in attività formative aggiuntive. L'accesso al Percorso di eccellenza avviene su domanda dell'interessato, con istanza presentata, successivamente alla pubblicazione del bando. Il bando, che specifica i requisiti richiesti per l'accesso in graduatoria e per il positivo completamento del percorso, viene emanato dalla Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali e viene pubblicizzato sul portale Sapienza e sulle pagine web dipartimentali. ===== NG11 Prova finale =====

Per essere ammesso alla prova finale lo/la studente deve aver conseguito tutti i CFU previsti dall'ordinamento didattico per le attività diverse dalla prova finale e deve aver adempiuto alle formalità amministrative previste dal Regolamento didattico di Ateneo. La prova finale consiste nella difesa di una tesi magistrale, preparata dallo studente, davanti alla commissione di laurea, formata da docenti del corso di studi. La tesi di laurea magistrale si concretizza in un documento scritto, in italiano, o in inglese con titolo e introduzione in entrambe le lingue. ----- NG11.1 Domanda di laurea, consegna della tesi, calendario delle sedute -----

Le procedure per la domanda e la consegna della tesi sono descritte nel promemoria laureandi pubblicato all'inizio di ciascun anno accademico sul sito di Ateneo al link <https://www.uniroma1.it/it/pagina/promemoria-laureandi> L'organizzazione della seduta di laurea avviene secondo le modalità fissate dalla Segreteria didattica. Il calendario delle sedute di Laurea è stabilito all'inizio di ogni anno accademico e riportato sul sito web del Corso di Laurea. ----- NG11.2 Relatore, correlatore, relatore esterno, relatore aggiunto -----

Lo/la studente prepara la tesi di laurea magistrale sotto la supervisione di uno o più docenti/ricercatori di Sapienza o di altre strutture universitarie italiane o estere, o anche di enti di ricerca pubblici o privati. Relatore della tesi sarà un docente di Sapienza di un settore scientifico-disciplinare presente nel percorso formativo dello studente tra le attività di base, caratterizzanti e affini integrative, preferibilmente appartenente al Dipartimento di Matematica o al Consiglio di Area Didattica (CAD) in Matematica. Il relatore ha la responsabilità dell'ammissione dello studente alla prova finale. Un supervisore non appartenente a Sapienza sarà designato come relatore esterno, un supervisore di Sapienza sarà designato come correlatore; un ulteriore collaboratore di Sapienza sarà indicato come relatore aggiunto. Relatore, correlatore, relatore esterno, relatore aggiunto, sono indicati dallo studente nella domanda di laurea. ----- NG11.3 Assegnazione della tesi -----

Le tesi vengono concordate su richiesta esplicita degli studenti ai docenti. In caso di difficoltà nel trovare un relatore di tesi, lo/la studente può rivolgersi al coordinatore del corso di studi o al presidente CAD, che entro 30 giorni assicura che allo studente venga assegnata una tesi. ----- NG11.4 Contenuto della tesi -----

La tesi può trattare argomenti teorici e applicati della matematica, o anche argomenti fortemente matematizzati di altre discipline. Può avere natura compilativa, prevedendo un lavoro autonomo di raccolta delle fonti, di comprensione e di sintesi; può essere un lavoro di avviamento alla ricerca, attraverso il confronto con un problema matematico di soluzione non nota; può avere natura sperimentale, prevedendo l'adattamento di tecniche note, teoriche o numeriche o di intelligenza artificiale, a problemi specifici della matematica o di altre discipline. ----- NG11.5 Composizione della commissione e controrelatore -----

La commissione per l'esame di laurea è composta da sette membri, scelti tra coloro che fanno parte del Consiglio di area didattica, o del Dipartimento di Matematica, o sono relatori di tesi. Dopo la consegna della tesi, ma prima della discussione, il Presidente CAD, attraverso la "Commissione tesi di laurea", nomina un controrelatore, che ha il compito di riferire alla commissione elementi caratterizzanti sul lavoro dello studente. Il controrelatore acquisisce questi elementi attraverso l'analisi della tesi, e dialogando direttamente con lo/la studente. La Segreteria didattica assicura al controrelatore l'accesso all'elaborato. Il controrelatore è uno dei membri della commissione di laurea, ed è il principale interlocutore del relatore. ----- NG11.6 Attribuzione del voto finale -----

Il lavoro di tesi viene valutato dalla commissione in base alla qualità e all'originalità dei risultati conseguiti, all'autonomia e alla padronanza espositiva, scritta e orale, al suo valore formativo in relazione al percorso di studi. Per quest'ultimo aspetto, sarà considerata rilevante anche la capacità di collaborazione del laureando con eventuali strutture di ricerca e sviluppo esterne al Dipartimento, pubbliche o private. La commissione, sulla base della valutazione

della tesi, può approvare, o meno, l'esame di laurea. In caso affermativo, il voto finale è espresso in centodecimi. Il voto di laurea si basa sul curriculum e sulla valutazione del lavoro di tesi. Dopo aver acquisito i pareri dei relatori e del controrelatore, la commissione assegna al candidato da 0 a 10 punti, che vanno aggiunti alla media, in centodecimi, dei voti degli esami di profitto, pesati con i CFU. Vengono presi in considerazione solo gli esami curriculari corrispondenti ai crediti conseguiti negli ambiti "caratterizzante", "affine e integrativo" e "a scelta dello studente". Il voto finale si ottiene arrotondando all'unità più vicina il punteggio così ottenuto. La lode può essere attribuita, con il parere unanime della commissione, sulla base del curriculum del candidato e della tesi presentata, qualora il candidato raggiunga il punteggio di 111. Il relatore presenta la richiesta di lode al Presidente della Commissione di Laurea e, per conoscenza, alla Segreteria Didattica prima della seduta di laurea. ===== NG12 Applicazione dell'ex Art. 6 del regolamento studenti (R.D. 4.6.1938, N. 1269) ===== Gli studenti e le studentesse del corso di laurea in Matematica Applicata, onde arricchire il proprio curriculum degli studi secondo quanto previsto dall'art. 6 del R.D. N.1239 del 4/6/1938, possono iscriversi per ciascun anno accademico a non più di due insegnamenti di altro corso di laurea. La domanda va presentata in Segreteria studenti nei termini fissati dal manifesto generale degli studi dell'Ateneo. Visto il significato scientifico e culturale di tale norma, il CAD ha deliberato che tale richiesta possa essere avanzata soltanto da studenti che abbiano ottenuto almeno 18 crediti del Corso di Laurea Magistrale in Matematica Applicata.

Assicurazione qualità

Consultazioni iniziali con le parti interessate

Nella progettazione del corso si è tenuto conto delle indicazioni emerse dalle indagini AlmaLaurea e dalle consultazioni nazionali tra i Presidenti dei C.d.S. in matematica. La Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali si è confrontata con alcuni rappresentanti del mondo del lavoro, della produzione e delle amministrazioni pubbliche durante le tavole rotonde che si sono svolte il 4/4/08 ed il 6/11/08 presso la Facoltà di SMFN della Sapienza. Nell'incontro finale della consultazione a livello di Ateneo del 22 gennaio 2010, in base ai risultati di una precedente consultazione telematica, le organizzazioni intervenute hanno valutato favorevolmente la nuova offerta formativa della Sapienza nel suo complesso. Nella stessa occasione, sono state esaminate in dettaglio le offerte formative delle facoltà che hanno presentato corsi di nuova istituzione e corsi derivanti dalla trasformazione di corsi già istituiti ai sensi del D.M. 509/1999. Tenendo conto delle consultazioni effettuate dalle facoltà proponenti, le organizzazioni intervenute hanno espresso parere favorevole all'istituzione dei singoli corsi di studio, giudicando congrui gli obiettivi formativi specifici dei corsi proposti con l'esigenza formativa presente sul territorio.

Consultazioni successive con le parti interessate

Il 9 marzo 2016 si è tenuta, presso la presidenza della Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, una riunione cui hanno partecipato rappresentanti dei CdS triennali e magistrali in Matematica ed esponenti del mondo del lavoro. Nel corso di tale riunione, si è discusso delle interazioni possibili tra i CdS in Matematica e il mondo del lavoro, relativamente alle esigenze professionali e alle competenze dei laureati nelle varie aree. Una breve sintesi dell'incontro consultivo tra le parti interessate disponibile alla pagina https://web.uniroma1.it/fac_smfn/sites/default/files/allegati/Sintesi%20incontro_9-03-2016.pdf Il 13 aprile 2018 si è svolto, presso il Dipartimento di Matematica, un incontro con le organizzazioni rappresentative del mondo del lavoro. Hanno partecipato insegnanti di matematica e fisica di alcuni licei di Roma, il prof. Roberto Natalini, direttore dell'Istituto per le applicazioni del calcolo 'M. Picone', il prof. Antonino Sgalambro, in rappresentanza dello Sportello matematico dell'Industria italiana. La relativa discussione è avvenuta nella riunione del CAD del 24 aprile 2018. Nel CAD del 6 marzo 2018 è stata istituita la 'Commissione di placement e orientamento', con il compito di coordinare le attività di orientamento e di porsi come tramite tra l'offerta dei CdS in matematica e le richieste che arrivano dal mondo del lavoro. Nel CAD del 8 gennaio 2019 è stato costituito il Comitato di Indirizzo del CAD, formato dal Presidente CAD, dai coordinatori dei corsi di studio e da esperti esterni nel campo dell'istruzione secondaria, della statistica, della matematica finanziaria, più in generale della matematica applicata. Il 22 marzo 2019 il comitato si è riunito per la prima volta. Nel CAD del 10 dicembre 2020 la Commissione di placement e orientamento è stata sostituita con due commissioni, una per l'orientamento e una per il placement, per differenziare le attività di orientamento in ingresso e in uscita. Da allora la Commissione placement, con la collaborazione della Presidenza CAD, coordina gli incontri con le parti interessate e organizza incontri tra gli studenti dei corsi di studi e il mondo del lavoro. Il 1 giugno 2021, a completamento delle consultazioni annuali, si è svolto un incontro con le rappresentanze della scuola secondaria. Nel CAD del 13 luglio 2021 sono state presentate le azioni correttive suggerite dai rappresentanti del mondo del lavoro. Tutte le azioni correttive sono state accolte dal Consiglio e attuate nell'A.A. 2021/22. Nel 2022-23 ulteriori confronti con le parti interessate si sono tenuti a margine degli eventi di orientamento in uscita organizzati dalla Commissione placement (MAT/LAV nel maggio 2022 https://www.mat.uniroma1.it/sites/default/files/allegati_notizie/Poster_V2.pdf, Math Career Day a settembre 2022, in collaborazione con il CNR e le altre Università di Roma <https://www.mat.uniroma1.it/archivionotizie/math-career-day> e a settembre 2023 <https://www.mat.uniroma1.it/archivionotizie/math-career-day-22-settembre-2023-0>). Nel febbraio 2024 si è tenuto l'evento "MAT/LAV Progetto tesi magistrali" organizzato con il Coordinatore del corso LM-40 in Matematica applicata, prof. Dario Benedetto, e con i membri della commissione placement, proff. Elena Agliari, Domenico Monaco, Gabriella Puppo e Marco Sciandrone. Scopo di tale iniziativa è stato quello di presentare agli studenti magistrali diverse opportunità di tesi esterne, da svolgersi in gruppi di ricerca del CNR, di Informatica e Ingegneria Informatica, nonché presso diverse aziende che hanno aderito all'iniziativa. Il poster dell'iniziativa è reperibile all'indirizzo <https://www.mat.uniroma1.it/archivionotizie/mat/lav-2024-progetto-tesi-magistrali> Nel CAD del 12 marzo 2024 è stata aggiornata la composizione del Comitato di Indirizzo, aggiornamento che si è reso necessario essendoci state alcune sostituzioni in diversi ruoli, quali i coordinatori delle lauree magistrali e del dottorato di ricerca. A breve il Comitato di Indirizzo verrà convocato per una nuova riunione in data da stabilirsi, presumibilmente tra maggio e giugno, in vista dell'adeguamento dell'ordinamento ai

decreti del 2023 di revisione delle classi di laurea. La composizione delle commissioni CAD e del Comitato di Indirizzo e riassunti degli incontri tra parti interessate e di quelli del Comitato di indirizzo e i verbali della Commissione orientamento e placement sono reperibili nella pagina web dipartimentale dedicata al CAD <https://www.mat.uniroma1.it/didattica/corsi-di-laurea/cad>

Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds