

**REGOLAMENTO DIDATTICO  
DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
MATEMATICA  
(CLASSE LM-40 - MATEMATICA)**

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Laurea Magistrale in Matematica (classe LM-40) ed è pubblicato sul sito *web* del Dipartimento di Matematica e Fisica.

Anno accademico da cui il Regolamento ha decorrenza: a.a. 2020/2021

Data di approvazione del Regolamento: 14 luglio 2020.

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Matematica e Fisica

Organo didattico cui è affidata la gestione del corso: Commissione Didattica per i Corsi di Studio in Matematica e in Scienze Computazionali

## Indice

|  |    |
|--|----|
| Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo .....   | 1  |
| Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati .....  | 2  |
| Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari .....   | 4  |
| Art. 4. Modalità di ammissione .....   | 5  |
| Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio ..... | 6  |
| Art. 6. Organizzazione della didattica .....   | 7  |
| Art. 7. Articolazione del percorso formativo .....   | 10 |
| Art. 8. Piano di studio .....  | 13 |
| Art. 9. Mobilità internazionale .....  | 23 |
| Art. 10. Caratteristiche della prova finale .....  | 24 |
| Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale .....  | 24 |
| Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative .....  | 27 |
| Art. 13. Servizi didattici propedeutici o integrativi .....  | 28 |
| Art. 14. Altre fonti normative .....   | 28 |
| Art. 15. Validità .....  | 28 |

### **Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

La Matematica possiede la caratteristica peculiare di essere una disciplina in continua evoluzione, usualmente determinata da stimoli sia interni a essa che esterni. Forte è la sua presenza e interazione con molte altre discipline scientifiche, con sviluppi cruciali sia per tali discipline che, spesso, per la Matematica stessa.

Il Corso di Laurea Magistrale in Matematica dell'Università Roma Tre intende mantenere questa caratteristica, offrendo sia percorsi formativi adatti alle esigenze di sviluppo interno della Matematica sia percorsi formativi in proficuo contatto con altre discipline. In particolare, il corso è rivolto non solo a laureati in Matematica, ma anche a laureati in Fisica, Informatica, Ingegneria, Filosofia e altre discipline, con percorsi formativi che possano preparare:

- laureati magistrali con avanzate conoscenze specifiche in uno o più settori della Matematica pura;
- laureati magistrali con conoscenze specifiche in uno o più settori della Matematica, strettamente collegate a campi applicativi;
- laureati magistrali, originariamente provenienti da altre discipline, che integrino le proprie conoscenze specifiche con solide e ampie conoscenze di base nel campo della Matematica.

Tali laureati magistrali potranno accedere:

- a un dottorato di ricerca in discipline matematiche;
- a un dottorato di ricerca in discipline che abbiano la necessità di una solida base matematica (come Fisica, Informatica, Ingegneria, Economia o altro);
- a un lavoro qualificato con funzioni di alta responsabilità in ambito aziendale, in strutture di ricerca pura o applicata, in industrie ad alta tecnologia, come pure alla divulgazione della Matematica a tutti i livelli;
- ai percorsi di formazione degli insegnanti delle scuole secondarie di primo e di secondo grado, quali sono previsti dalle normative vigenti.

I laureati magistrali saranno altresì in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano; all'interno del percorso formativo seguito dallo studente è previsto un congruo numero di crediti per conseguire almeno il livello B2.

I percorsi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Matematica mantengono una parte istituzionale in comune e hanno una parte specifica per i diversi campi di specializzazione.

## **Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

**Funzione in un contesto di lavoro:** non vi è virtualmente alcun ambito scientifico-tecnologico che sia oramai possibile sviluppare senza l'apporto essenziale della Matematica. Per esempio, la Matematica ha un ruolo fondamentale: nella ricerca spaziale (numerosi matematici contribuiscono in modo determinante ai programmi della NASA e dell'ESA), nell'aeronautica (essenziali per la costruzione degli aerei della nuova generazione Boeing 767, 777 e Airbus sono stati gli studi promossi presso il Courant Institute of Mathematical Sciences di New York e presso le "Grandes Ecoles" francesi), nelle telecomunicazioni e nella crittografia, nell'ambito del riconoscimento delle immagini (l'F.B.I. sta utilizzando tecniche derivate dalla teoria delle "wavelets", o ondine, per il suo immenso archivio di impronte digitali), nell'informatica teorica (algebra, logica, algoritmi e complessità computazionale, compattazione dati), nella meteorologia (modelli matematici per le

previsioni del tempo), nella medicina (molta Matematica è stata impiegata per la realizzazione dei nuovi strumenti di indagine diagnostica quali ad esempio la TAC, tomografia assiale computerizzata, e gli scanner a risonanza magnetica-nucleare), nella biologia (modelli matematici per lo studio dell'evoluzione delle popolazioni di varie specie, ecc.), nell'ottimizzazione dello sfruttamento di risorse naturali (tecniche di scattering inverso per l'estrazione del petrolio), nello sviluppo di nuovi materiali (sistemi dinamici e teoria della stabilità), nelle macchine fotografiche (teoria degli insiemi sfumati o fuzzy), nei compact discs (analisi funzionale), nella computer vision (geometria proiettiva per rappresentare la realtà virtuale), nei trasporti (teoria dei grafi).

I laureati nel Corso di Laurea Magistrale in Matematica potranno:

- esercitare funzioni di elevata responsabilità in ambiti applicativi, scientifici, industriali, aziendali, nei servizi e nella pubblica amministrazione, con vari ambiti di interesse, tra cui quello informatico, finanziario, ingegneristico, ambientale, sanitario;
- esercitare funzioni di elevata responsabilità nei settori dell'insegnamento e della comunicazione della Matematica e della scienza;
- inserirsi nella ricerca tramite la prosecuzione degli studi nei corsi di Dottorato di Ricerca, in Matematica o in altre discipline scientifiche.

Competenze associate alla funzione L'obiettivo del Corso di Laurea Magistrale in Matematica è di fornire gli strumenti teorici e le conoscenze necessarie a intraprendere un'attività di ricerca o a esercitare funzioni di elevata responsabilità, sia in ambito pubblico che privato, sia nazionale che internazionale. In particolare le seguenti competenze saranno acquisite dai laureati magistrali, al termine del proprio percorso accademico:

- ampia conoscenza di tematiche avanzate in più settori della matematica ed affini, di tecniche di formalizzazione e modellizzazione tipiche delle applicazioni in ambiti scientifici e professionali;
- capacità di costruzione e analisi di modelli matematici di varia natura e nella progettazione ed analisi di metodi per la loro risoluzione in vari ambiti teorici ed applicativi;
- comprensione del linguaggio, delle tecniche e dei contenuti dei settori dell'insegnamento e della comunicazione della Matematica e della scienza;
- facilità di astrazione, incluso lo sviluppo logico di teorie formali e comprensione dei principali settori della matematica tale da inserirsi nella ricerca in Matematica o in altre discipline scientifiche.

Sbocchi occupazionali Il laureato magistrale in Matematica potrà svolgere la propria professione nei seguenti ambiti:

- in Ambiente e Meteorologia;
- in Banche e Assicurazioni;
- in Borse e Mercati;

- nella Comunicazione Scientifica;
- nell'Editoria;
- nella Tecnologia I.C.;
- nella Logistica e nei Trasporti;
- in Medicina e Biomedicina;
- nella Ricerca e Sviluppo;
- nella Scuola;
- nell'Università.

Il corso prepara alla professione di (codifiche ISTAT)

1. Matematici - (2.1.1.3.1)
2. Statistici - (2.1.1.3.2)
3. Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione - (2.6.2.1.1)

### **Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari**

Per l'ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Matematica è richiesto il possesso di laurea o di diploma universitario di durata almeno triennale, o di altro titolo di studio conseguito all'estero e riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente, e dei seguenti specifici requisiti curriculari:

- 30 CFU nei settori di formazione matematica (MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08);
- 9 CFU nei settori di formazione fisica (FIS/01-08);
- ulteriori 35 CFU nei settori MAT/01-09, FIS/01-08, INF/01, ING-INF/05;
- conoscenze di base della lingua inglese o di altra lingua straniera (livello almeno B1).

Le conoscenze richieste per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Matematica sono:

- **Algebra** Gruppi: Gruppi di permutazioni, diedrali, ciclici. Sottogruppi. Classi laterali e teorema di Lagrange. Omomorfismi. Sottogruppi normali e gruppi quoziente. Teoremi di omomorfismo. Anelli: Anelli, domini, corpi e campi. Omomorfismi. Anelli quoziente. Teoremi di omomorfismo. Ideali primi e massimali. Campo dei quozienti di un dominio. Divisibilità in un dominio. Campi: Estensioni di campi (semplici, algebriche e trascendenti). Campo di spezzamento di un polinomio. Campi finiti.
- **Analisi matematica:** Successioni e serie di funzioni: convergenza puntuale, uniforme e totale; derivazione ed integrazione. Serie di potenze e funzioni analitiche. Serie di Taylor e principali funzioni trascendenti elementari. Funzioni di due e tre variabili: topologia del piano e dello spazio; derivate; differenziale; lemma di Schwarz; formula di Taylor al secondo ordine; massimi e minimi locali. Integrazione di funzioni continue su rettangoli. Derivazione sotto segno di integrale. Principio delle contrazioni e applicazioni: lemma delle contrazioni in spazi metrici. Teorema di esistenza ed unicità per equazioni differenziali ordinarie.

Dipendenza dai dati iniziali e intervalli di esistenza. Soluzioni esplicite di alcune classi di equazioni differenziali. Teorema delle funzioni implicite e applicazioni a problemi di estremi vincolati. Calcolo vettoriale: Derivate. Differenziale di funzioni vettoriali. Curve e superfici parametriche in  $R^3$ . Formule di riduzione e cambi di variabile (enunciati). Lunghezza, area, integrali curvilinei, integrali superficiali. Integrazione di 1-forme differenziali; potenziali. I teoremi di Gauss, Green e Stokes (enunciati).

- **Geometria:** Spazi vettoriali. Matrici e sistemi di equazioni lineari. Il teorema di Rouchè-Capelli. Spazi affini. Rappresentazione di sottospazi. Applicazioni lineari. Autovalori e autovettori di operatori lineari. Diagonalizzazione. Forme bilineari simmetriche. Ortogonalità. Prodotti scalari. Operatori autoaggiunti ed ortogonali su spazi vettoriali euclidei. Spazi euclidei. Distanze e angoli. Affinità ed isometrie. Spazi proiettivi e proiettività. Completamento proiettivo di uno spazio affine. Curve algebriche piane: proprietà generali. Classificazione delle coniche proiettive, affini ed euclidee.
- **Equazioni differenziali e meccanica:** differenziali lineari. Principi della dinamica e leggi di Newton. Forze conservative. Punti di equilibrio e stabilità secondo Lyapunov. Sistemi meccanici unidimensionali. Sistemi meccanici conservativi a più gradi di libertà: moti centrali, problema dei due corpi e leggi di Keplero. Cambiamento di sistemi di riferimento e forze inerziali. Vincoli e principio di D'Alembert. Introduzione ai principi variazionali della meccanica. Elementi di meccanica lagrangiana. Elementi di meccanica hamiltoniana.

#### **Art. 4. Modalità di ammissione**

Il corso di Laurea Magistrale in Matematica è ad accesso libero e prevede una verifica della personale preparazione.

L'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Matematica è direttamente consentito ai/alle laureati/e del Corso di Laurea Triennale in Matematica dell'Università degli Studi Roma Tre, che possono dunque presentare domanda di immatricolazione, senza verifiche circa la preparazione conseguita. Allo scopo di presentarsi al Corso di Laurea Magistrale in Matematica con una solida preparazione, è fortemente consigliata, come prova finale del Corso di Laurea Triennale, la prova finale di tipo B (PFB).

Ai sensi dell'articolo 6 comma 2 del D.M. 270/2004, l'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Matematica è consentito anche ad anno accademico iniziato, purché in tempo utile per la partecipazione alle attività formative e nel rispetto delle norme stabilite nel Regolamento Didattico d'Ateneo. Gli/Le iscritti/e al terzo anno del Corso di Laurea in Matematica dell'Ateneo sono ammessi/e a frequentare anche le attività formative del Corso di Laurea Magistrale in Matematica e possono sostenere le relative prove di valutazione, immediatamente dopo aver conseguito il titolo triennale e aver formalizzato l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale in Matematica.

L'accesso al Corso di Laurea Magistrale in Matematica è consentito anche a coloro che hanno conseguito un titolo di Laurea in Matematica presso altri Atenei o il titolo di Laurea o di Laurea

Magistrale in discipline differenti dalla Matematica presso l'Ateneo di Roma Tre o in altro Ateneo. Anche gli/le iscritti/e al terzo anno di un Corso di Laurea distinto dal Corso di Laurea in Matematica di Roma Tre possono iscriversi con le stesse modalità descritte per gli/le iscritti/e al Corso di Laurea in Matematica di Roma Tre. In tutti i casi menzionati sopra, chi intenda immatricolarsi al Corso di Laurea Magistrale in Matematica acclude alla domanda i dettagli della laurea conseguita con l'elenco delle attività formative e dei rispettivi voti e CFU conseguiti, e anche copia dei programmi dettagliati degli esami sostenuti. L'adeguata preparazione dei/delle laureati/e viene verificata da un'apposita commissione sulla base del curriculum presentato. L'esito della verifica consiste in una delle seguenti possibilità:

- rilascio del nulla osta all'iscrizione;
- colloquio per verificare le congruità del percorso precedente.

Coloro che non ne abbiano ottenuto l'esenzione dovranno sostenere un colloquio, diretto ad accertare il possesso di conoscenze indispensabili per affrontare studi avanzati in Matematica. In seguito al colloquio si può essere ammessi:

- incondizionatamente;
- sotto condizione, con richiesta di acquisire specifici requisiti curriculari attraverso la frequenza di uno o più corsi singoli e il superamento dei relativi esami prima di poter perfezionare l'immatricolazione;
- a percorsi specifici, in base alla propria preparazione iniziale e ai propri interessi individuali.

La Commissione Didattica – in casi eccezionali sulla base del parere di un'apposita commissione nominata ad hoc – può deliberare l'iscrizione al secondo anno della Laurea Magistrale.

Il bando rettorale di ammissione al corso di studio contiene i posti riservati a cittadini e cittadine extracomunitari/e residenti all'estero e cinesi partecipanti al Programma Marco Polo, le disposizioni relative l'ammissione al corso di laurea magistrale, con riferimento in particolare alle procedure di iscrizione e alle scadenze, la valutazione e le modalità di pubblicazione degli esiti.

**Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio**

La domanda di passaggio da altro corso di studio di Roma Tre, trasferimento da altro ateneo, reintegro a seguito di decadenza o rinuncia, abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse deve essere presentata secondo le modalità e le tempistiche definite nel bando rettorale di ammissione al corso di studio.

Per l'ammissione al Corso di Laurea Magistrale in Matematica il curriculum sarà valutato da una commissione appositamente incaricata. Sulla base della valutazione della commissione incaricata, studenti/esse potrebbero essere indirizzati a sostenere un colloquio, diretto ad accertare il possesso di conoscenze indispensabili.

In seguito al colloquio si può essere ammessi:

- incondizionatamente;
- sotto condizione, con richiesta di acquisire specifici requisiti curriculari attraverso la frequenza di uno o più corsi singoli e il superamento dei relativi esami prima di poter perfezionare l'immatricolazione;
- a percorsi specifici, in base alla propria preparazione iniziale e ai propri interessi individuali.

La Commissione Didattica, in base a criteri e procedure predeterminati dalla commissione stessa, in conformità con quanto disciplinato dal [Regolamento Didattico](#) e dal [Regolamento Carriera](#) di Ateneo, valuta la corrispondenza tra crediti formativi universitari previsti dall'ordinamento del corso di laurea magistrale e quelli già acquisiti od acquisibili presso altre istituzioni universitarie. Una commissione, appositamente nominata, esamina le domande scritte e documentate-presentate dagli/dalle studenti/esse e, dopo una adeguata istruttoria volta anche a valutare la non obsolescenza dei contenuti formativi e l'eventuale ammissione ad anni successivi al primo, presenta la proposta di delibera alla Commissione Didattica.

In ogni caso, a coloro che provengono da corsi di laurea della classe LM-40, Matematica, sarà riconosciuto almeno il 50% dei CFU già maturati relativi al medesimo settore scientifico disciplinare. Nel caso in cui il corso di provenienza sia svolto con modalità a distanza, la quota minima del 50% è riconosciuta soltanto se il corso di provenienza risulta accreditato ai sensi degli appositi regolamenti ministeriali.

La Commissione Didattica cercherà di assicurare a tutti il riconoscimento del maggior numero possibile di crediti già maturati, anche ricorrendo eventualmente a colloqui integrativi di verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Una parte dei crediti riconosciuti per trasferimento potranno essere inseriti dalla Commissione Didattica fra quelli relativi alle attività a scelta dello/della studente/essa o fra le altre attività formative.

#### **Art. 6. Organizzazione della didattica**

Per il conseguimento del titolo di Laurea Magistrale in Matematica, occorre acquisire un totale di 120 Crediti Formativi Universitari (CFU). Tali crediti vengono ripartiti tra le varie attività formative, aree e settori scientifico-disciplinari.

Il Corso di Laurea Magistrale in Matematica prevede il sostenimento di:

- 11 esami di profitto (oppure 10 esami di profitto e la prova QLM da 6 CFU) per un totale di 81 CFU
- idoneità nelle seguenti attività formative:
  - UCL - Ulteriori Conoscenze Linguistiche, inerente una tra le seguenti lingue straniere inglese, francese, tedesco o spagnolo di livello almeno B2 (3 CFU)
  - AIT - Abilità Informatiche e Telematiche (3 CFU)
- tirocinio formativo e di orientamento, interno o esterno, oppure stage e tirocinio presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (7 CFU)



- la prova finale (26 CFU).

Il Corso di laurea magistrale in Matematica prevede le seguenti tipologie di attività formative:

- lezioni frontali in aula;
- esercitazioni in aula;
- esercitazioni in laboratorio;
- esercitazioni in laboratorio con attività di elaborazione dati;
- corsi di lettura;
- seminari;
- tirocini;
- stage formativi.

La Commissione Didattica può individuare forme di apprendimento da svolgersi in modalità a distanza in luogo:

- delle attività formative previste in presenza nell'ambito dei singoli insegnamenti;
- e delle attività di cui all'art. 10, comma 5, lettere d) ed e) del DM n. 270/2004.

Ad ogni attività formativa corrisponde un numero di Crediti Formativi Universitari (CFU). La quantità media di lavoro di apprendimento svolto in un anno da studenti/esse, impegnati/e a tempo pieno negli studi universitari e in possesso di adeguata preparazione iniziale, è convenzionalmente fissata in 60 CFU. Il conseguimento di 60 CFU al termine del I anno di corso corrisponde al superamento di 4 esami relativi a insegnamenti da 9 CFU e di 4 esami relativi a insegnamenti da 6 CFU. Almeno il 60% dell'impegno orario complessivo viene riservato allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale. La coerenza tra crediti assegnati alle varie attività formative ed ai relativi insegnamenti e gli specifici obiettivi formativi programmati viene deliberata dal Consiglio di Dipartimento, previo lavoro istruttorio della Commissione Didattica.

Ogni credito corrisponde a 8-10 ore complessive di attività didattica per ciascun credito, a seconda del tipo di insegnamento. Il valore in crediti associato a ogni attività didattica viene riportato nel presente Regolamento (cfr. l'Allegato 1 e 2). Di norma, 1 CFU corrisponde a un numero di ore di attività didattica frontale che è 8 per le lezioni e le esercitazioni (didattica integrativa) degli insegnamenti da 9 CFU e 10 per le lezioni e le esercitazioni (didattica integrativa) degli insegnamenti da 6 CFU; infatti, per gli insegnamenti da 9 CFU, in considerazione del loro carattere fondamentale, una frazione maggiore delle 25 ore associate a ogni credito è destinato al lavoro autonomo dello/della studente/essa.

L'assegnazione dei crediti relativi a ciascuna attività formativa avviene a seguito del superamento di una prova di valutazione del profitto (esame). Tutte le prove di valutazione del profitto delle attività formative comportano un voto, tranne quelle finalizzate alle conoscenze linguistiche, di cui all'art.10, comma 5c del D.M. 270/2004, e quelle relative all'art.10, comma 5d del D.M. 270/2004, ovvero tirocini formativi e di orientamento, ulteriori abilità informatiche, telematiche ed altre



conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, ulteriori conoscenze linguistiche, per le quali è invece previsto un giudizio di idoneità.

Le prove di valutazione del profitto si svolgono nei periodi di intervallo tra i semestri in cui vengono svolte le attività di insegnamento. I calendari delle prove finali (esami) di valutazione del profitto sono resi noti con un congruo anticipo rispetto all'inizio degli appelli, secondo le modalità previste dal Regolamento Didattico di Ateneo. Di norma, per ogni anno accademico, gli appelli sono distribuiti in tre sessioni: una prima sessione (periodo giugno-luglio), una seconda sessione (settembre) e una terza sessione (periodo gennaio-febbraio). Per ciascuna attività formativa sono previsti annualmente quattro appelli distribuiti in tre sessioni di esame. Sono inoltre previsti due ulteriori appelli straordinari, denotati appelli laureandi, uno a novembre/dicembre e uno nel periodo gennaio/febbraio, riservati a coloro che non si siano iscritti all'anno accademico in corso e che debbano ancora sostenere non più di due esami inseriti nel proprio piano di studio; tali studenti/esse devono presentare esplicitamente una domanda di attivazione dell'appello e di ammissione allo stesso, secondo modalità che sono stabilite e divulgate dalla Commissione Didattica.

Di norma, la valutazione del profitto avviene attraverso un esame finale che si articola in due parti, una scritta e una orale. Per alcuni insegnamenti possono essere previste altre forme di valutazione del profitto (ad esempio, prove di laboratorio, seminari, prove parziali in itinere, esercizi scritti in itinere, etc.), secondo modalità che sono fissate dal/dalla docente in accordo con la struttura didattica e, qualora non siano già descritte nella scheda online dell'insegnamento e negli allegati al presente Regolamento, sono comunque pubblicizzate dal/dalla docente nella pagina web dell'insegnamento e comunicate agli/alle studenti/esse all'inizio delle lezioni. Nel caso di prove parziali in itinere, nell'esame finale potrà essere formalizzata la valutazione del profitto avvenuta attraverso tali prove.

I requisiti di ammissione agli esami di profitto sono disciplinati dal [Regolamento Carriera](#).

[Il Regolamento Didattico d'Ateneo](#) contiene le modalità di svolgimento e di verbalizzazione dell'esame e la normativa riguardante la composizione delle commissioni per gli esami di profitto. Le commissioni per gli esami di profitto sono nominate, su delega del Consiglio di Dipartimento, dalla Commissione Didattica. Le commissioni di esame esprimono il voto in trentesimi, a parte gli insegnamenti per i quali il regolamento del corso di studio prevede la sola idoneità. La Commissione può attribuire la lode solo all'unanimità.

La nomina a cultore della materia, quale eventuale membro della commissione d'esame di profitto, è deliberata dalla Commissione Didattica su proposta del/della docente ufficialmente responsabile dell'insegnamento, ha validità per un triennio, salvo revoca motivatamente deliberata, e può essere rinnovata. La nomina a cultore della materia permette la partecipazione alla commissione per l'esame di profitto e viene conferita a fronte di una comprovata ed elevata esperienza scientifica e/o professionale nella materia in oggetto, esperienza valutata dalla Commissione Didattica sulla base di criteri quali il possesso del titolo di dottorato di ricerca, pubblicazioni scientifiche nel campo, attività didattica, adeguata esperienza professionale e sulla base di quanto disposto dal [Regolamento Didattico d'Ateneo](#) (Allegato D) .

Le modalità organizzative per studenti/esse con disabilità, caregiver, part-time, lavoratori/trici, persone sottoposte a misure restrittive della libertà personale e altre specifiche categorie sono disciplinate dall'art. 38 del [Regolamento Carriera](#), relativo alla tutela per specifiche categorie di studenti/esse.

### **Art. 7. Articolazione del percorso formativo**

Tutti i percorsi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Matematica richiedono il conseguimento di 120 CFU nell'arco di due anni. Il conseguimento dei crediti richiesti per la Laurea Magistrale può essere realizzato anche mediante la convalida d'esami sostenuti nell'ambito del corso di Laurea Triennale, eccedenti i 180 CFU, sulla base del parere di un'apposita commissione designata dalla Commissione Didattica. La Commissione Didattica – in casi eccezionali e sulla base del parere acquisito da un'apposita commissione – può deliberare l'iscrizione degli/delle studenti/esse che ne abbiano i requisiti, al secondo anno del Corso di Laurea Magistrale.

Sono previsti tre curricula:

- teorico
- didattico
- modellistico-applicativo.

I primi due curricula si differenziano dal terzo per il numero di crediti destinati alle attività caratterizzanti inquadrare nell'ambito della formazione teorica e della formazione modellistico-applicativa; il curriculum didattico è l'unico in cui il settore scientifico-disciplinare MAT/04 sia incluso tra le attività caratterizzanti. Più precisamente, le attività formative caratterizzanti - per un totale di 39 CFU – possono essere distribuite nei tre modi seguenti:

**Curriculum teorico** 30 CFU per attività formative inquadrare tra i settori scientifico-disciplinari MAT/01-03 e MAT/05, 9 CFU per attività formative inquadrare tra i settori scientifico-disciplinari MAT/06-09;

**Curriculum didattico** 30 CFU per attività formative inquadrare tra i settori scientifico-disciplinari MAT/01-05, 9 CFU per attività formative inquadrare tra i settori scientifico-disciplinari MAT/06-09;

**Curriculum modellistico-applicativo** 24 CFU per attività formative inquadrare tra i settori scientifico-disciplinari MAT/01-03 e MAT/05, 15 CFU per attività formative inquadrare tra i settori scientifico-disciplinari MAT/06-09.

Tutti i percorsi formativi sono articolati in:

- 3 insegnamenti caratterizzanti da 9 CFU (per un totale di 27 CFU);
- 2 insegnamenti caratterizzanti da 6 CFU (per un totale di 12 CFU);
- 2 insegnamenti affini da 9 CFU nel I anno (per un totale di 18 CFU);
- 2 insegnamenti affini da 6 CFU (per un totale di 12 CFU);
- attività a scelta per complessivi 12 CFU, da conseguire in una delle due seguenti modalità:

- 1 insegnamento da almeno 6 CFU + 1 prova di qualificazione alla Laurea Magistrale (QLM) da 6 CFU (idoneità);
- 2 insegnamenti da almeno 6 CFU ciascuno.
- altre attività formative per complessivi 13 CFU, suddivisi tra:
  - ulteriori conoscenze linguistiche (UCL) da 3 CFU (idoneità);
  - abilità informatiche e telematiche (AIT) da 3 CFU (idoneità);
  - tirocini formativi e di orientamento, interni o esterni, oppure stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali, da 7 CFU (idoneità);
- la prova finale da 26 CFU.

In conformità con l'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale, sono previste attività formative indispensabili (caratterizzanti o affini o a scelta) per complessivi 94 CFU, a completamento delle quali sono previsti 26 CFU per la prova finale. Una frazione consistente delle attività formative indispensabili (39 CFU) concorre a determinare le conoscenze caratterizzanti, che sono acquisite seguendo, con modalità che dipendono dallo specifico percorso formativo scelto dallo/dalla studente/essa e che sono descritte più precisamente nelle tabelle dell'articolo 8, almeno tre dei seguenti insegnamenti caratterizzanti fondamentali: AC310, AL310, AM310, GE310, FM310, MC310, AL410, AN410, AN420, CP410, GE410, IN410, LM410, MA410, MS410. Nel caso in cui i relativi esami siano stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea Triennale, è possibile sostituirli con altri insegnamenti a propria scelta, purché coerenti con il percorso formativo scelto, con la possibilità di sostituire due insegnamenti da 9 CFU con tre insegnamenti da 6 CFU, eventualmente concordati con la Commissione Didattica. Coloro che provengono da altri Atenei sono ugualmente esonerati dall'inserimento di uno o più insegnamenti caratterizzanti obbligatori nel proprio percorso formativo nel caso in cui abbiano sostenuto e superato esami di insegnamenti che siano riconosciuti dalla Commissione Didattica equivalenti, quanto a programma e numero di crediti, e hanno la possibilità di sostituirli con altri a loro scelta secondo gli stessi criteri esposti sopra.

Le attività formative indispensabili comprendono inoltre uno spazio significativo (almeno 36 CFU, 30 dei quali nell'ambito delle attività di tipo affine) per le scelte autonome, in uno spettro molto ampio di attività fra quelle presenti all'interno del corso di laurea e fuori di esso. Tali scelte potranno essere orientate dalla Commissione Didattica del Corso di Laurea Magistrale in Matematica verso attività formative utili a collocare le specifiche competenze che caratterizzano la classe delle lauree in Scienze Matematiche, nel generale contesto scientifico-tecnologico, culturale, sociale ed economico. Le attività formative indispensabili prevedono, di norma, una valutazione finale con voto, salvo quanto specificato sotto.

Al di fuori del curriculum didattico, gli insegnamenti MC310, MC420, MC430 e ME410 hanno solo TAF c e gli insegnamenti BL410, CH410, GL410 e GL420 non sono inclusi tra le attività affini.

Per una descrizione esaustiva dell'offerta didattica, inclusi gli obiettivi formativi, il numero di crediti e la tipologia, si rimanda agli elenchi delle attività formative attivate per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica (Allegati 1 e 2) del presente Regolamento corrispondenti rispettivamente all' "offerta didattica programmata" e "offerta didattica erogata".

L'acquisizione di ulteriori conoscenze linguistiche si riferisce alla conoscenza (livello almeno B2) di una tra le seguenti lingue straniere: francese, inglese, spagnolo, tedesco. Il Corso di Laurea

Magistrale in Matematica si avvale del supporto del Centro Linguistico di Ateneo (CLA), il quale pianifica corsi di supporto al superamento di una prova di idoneità a una delle lingue sopra menzionate. Le competenze linguistiche vengono certificate dal superamento di una prova di idoneità, UCL – Ulteriori Conoscenze Linguistiche, che comporta 3 CFU e può essere sostenuta in uno dei modi seguenti:

- successivamente all'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale in Matematica, si può sostenere un test valutativo; in caso di esito negativo c'è la possibilità di frequentare un corso al termine del quale si sosterrà un esame per il conseguimento dei relativi crediti;
- previo accordo con il/la relatore/trice della tesi di Laurea Magistrale, la redazione della tesi di laurea può avvenire in lingua inglese, secondo le modalità previste per la prova finale; in tal caso la prova è sostenuta contestualmente alla prima fase della prova finale.

I crediti relativi alla conoscenza di una delle lingue sopra elencate possono inoltre essere riconosciuti dalla Commissione Didattica anche sulla base di certificazioni rilasciate da strutture interne od esterne all'Ateneo, definite specificatamente competenti dall'Ateneo, e che attestino un livello adeguato di conoscenza linguistica, superiore od uguale a quello richiesto per il superamento dell'idoneità presso il Centro Linguistico di Ateneo.

Le conoscenze informatiche e telematiche vengono certificate dal superamento di una prova di idoneità, AIT – Abilità informatiche e telematiche, che comporta 3 CFU. La prova, previo accordo con il/la relatore/trice della tesi di Laurea Magistrale e, seguendo le modalità descritte negli artt. 10 e 11 per la prova finale, può riguardare l'utilizzo di programmi avanzati di scrittura di testi matematici e la capacità di effettuare ricerche bibliografiche accurate nei database esistenti e può essere sostenuta contestualmente alla prima fase della prova finale.

L'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale prevede la possibilità di riconoscere un massimo di 7 CFU per tirocini formativi e di orientamento oppure per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali. Il Corso di Laurea Magistrale offre un tirocinio formativo da 7 CFU, che è effettuato sotto la guida di un/una docente ("docente tutore/trice") e può essere svolto sia all'esterno che all'interno, presso una struttura del Dipartimento o più in generale dell'Ateneo. Per lo svolgimento di tali attività si è tenuti a presentare preventivamente alla Commissione Didattica una domanda di autorizzazione con la relativa documentazione e, nel caso di tirocinio esterno all'Ateneo, anche all'Ufficio Stage e Tirocini dell'ateneo. Tale domanda dovrà necessariamente prevedere l'indicazione della struttura ospitante (ente esterno o struttura interna), il nominativo del/della referente della struttura responsabile dell'attività, il periodo di svolgimento, una descrizione dei contenuti e degli obiettivi. L'autorizzazione da parte della Commissione Didattica è subordinata a una valutazione di coerenza formativa e culturale. Al termine si è tenuti a relazionare sulle attività svolte al docente tutore/trice. Il riconoscimento dei crediti sarà effettuato in base al parere del docente tutor/trice sulla congruità delle attività svolte.

Possono essere riconosciute abilità professionali e conoscenze certificate individualmente ai sensi della normativa vigente in materia, nonché altre conoscenze ed abilità maturate in attività formative di livello post-secondario alla cui progettazione o realizzazione abbia concorso l'Università. Tali

conoscenze e abilità professionali - di norma - devono essere di tipo computazionale, informatico o pedagogico ovvero relative a conoscenze linguistiche. I crediti di tale tipo eventualmente riconosciuti, entro il massimale di 6 CFU (3UCL + 3AIT) fatto salvo quanto stabilito nell'Ordinamento Didattico, andranno inseriti fra le ulteriori attività formative.

### **Art. 8. Piano di studio**

Il piano di studio è l'insieme delle attività didattiche che è necessario sostenere per raggiungere il numero di crediti previsti per il conseguimento del titolo finale. L'eventuale frequenza di attività didattiche in sovrannumero e l'ammissione ai relativi appelli di esame è consentita esclusivamente tramite l'iscrizione a singoli insegnamenti, come stabilito dal [Regolamento Carriera](#).

La mancata presentazione e approvazione del piano di studio comportano l'impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

La presentazione del piano di studio, o la sua eventuale modifica, deve essere effettuata on-line sul [Portale dello studente](#) (oppure in caso di problemi è possibile consegnare in Segreteria Didattica l'apposito modulo) nei periodi 15/10-31/10 e 15/3-15/4 e sarà approvata da un'apposita commissione. In caso di mancata approvazione del piano di studi si verrà contattati per la ridefinizione dello stesso.

Eventuali modifiche del piano di studio approvato possono essere richieste nel periodo tra il 15/3-15/4 dello stesso anno oppure nei periodi tra il 15/10-31/10 o 15/3-15/4 degli anni successivi.

I percorsi formativi possono essere inquadrati in uno dei seguenti piani di studio consigliati:

- logica matematica e informatica teorica;
- algebra;
- geometria algebrica e differenziale;
- matematica per l'educazione;
- analisi matematica;
- probabilità;
- fisica matematica;
- modellistica e analisi numerica;
- algoritmi e calcolo scientifico.

Coloro che non intendano seguire uno dei piani di studio consigliati possono sottoporre all'approvazione della Commissione Didattica un piano di studio individuale, da presentare secondo le stesse modalità previste per i piani di studio consigliati. Tale piano di studio deve comunque rispettare i vincoli previsti dai D.M. 270/2004 e D.M. 544/2007 e, in particolare, le disposizioni che riguardano il numero minimo di crediti per ciascuna attività formativa e per ciascun ambito disciplinare presenti nell'Ordinamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Matematica. Inoltre, il piano di studio deve corrispondere a precise esigenze di formazione culturale e di preparazione professionale e deve quindi presentare una coerenza ed equilibrio nella ripartizione dei crediti nei vari ambiti, aree e settori scientifico-disciplinari. In particolare, sul piano di studio

individuale occorre specificare il piano di studio canonico che più gli si avvicini e motivare tutte le variazioni apportate. Nelle tabelle seguenti sono riportati gli schemi di piani di studio canonici che realizzano gli obblighi previsti dall'Ordinamento Didattico della Laurea Magistrale in Matematica.

Nelle seguenti tabelle sono riportati i piani di studio consigliati, dove gli insegnamenti sono indicati con le abbreviazioni riportate negli Allegati 1 e 2.

| <b>Piano di studio in logica matematica e informatica teorica</b>   |
|---|
| <b>1 insegnamento a scelta tra <u>IN410</u>, <u>LM410</u></b>   |
| <b>2 insegnamenti a scelta tra <u>AC310</u>, <u>AL310</u>, <u>AM310</u>, <u>GE310</u></b>   |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {AN410, AN420, CP410, FM310, MA410, MS410}</b>   |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU tra {ALxxx, AMxxx, GExxx, LMxxx}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>  |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 tra {INxxx, LMxxx}</b>   |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>   |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>   |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>  |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte da tre degli insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente un insegnamento tra <u>IN410</u>, <u>LM410</u> e due insegnamenti tra <u>AC310</u>, <u>AL310</u>, <u>AM310</u>, <u>GE310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |

| <b>Piano di studio in algebra</b>   |
|---|
| <b>2 insegnamenti a scelta tra {<u>AC310</u>, <u>AL310</u>, AL410, AM310, <u>GE310</u>, GE410}</b>  |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {AN410, AN420, CP410, FM310, MA410, MS410}</b>   |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU tra {ALxxx, GExxx}. di cui almeno 1 ALxxx</b>  |
| <b>1 insegnamento tra {AL410, <u>GE310</u>, GE410}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>  |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 tra {ALxxx, CRxxx, TNxxx}</b>  |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>   |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>   |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>  |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte dai tre insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente gli insegnamenti <u>AC310</u>, <u>AL310</u>, <u>GE310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |



| <b>Piano di studio in geometria algebrica e differenziale</b>   |
|---|
| <b>2 insegnamenti a scelta tra {<u>AC310</u>, <u>AL310</u>, AL410, AM310, <u>GE310</u>, GE410}</b>  |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {AN410, AN420, CP410, FM310, MA410, MS410}</b>   |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU tra {ALxxx, GExxx} di cui almeno 1 GExxx</b>   |
| <b>1 insegnamento tra {<u>AL310</u>, AL410, GE410}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>  |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 GExxx</b>  |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>   |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>   |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>  |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte dai tre insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente gli insegnamenti <u>AC310</u>, <u>AL310</u>, <u>GE310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |

## Piano di studio in Matematica per l'educazione

**2 insegnamenti a scelta tra {AC310, AL310, AM310, GE310, AL410, GE410, IN410, LM410, MC310}**

**1 insegnamento a scelta tra {AN410, AN420, CP410, FM310, MA410, MS410}**

**2 insegnamenti da 6 CFU tra {ALxxx, AMxxx, GExxx, INxxx, LMxxx, MCxxx, MExxx}  
di cui almeno 1 in {MCxxx, MExxx}**

**1 insegnamento tra {FS410, FS460}**

**2 insegnamenti tra {BL410, CH410, GL410/GL420}**

**2 insegnamenti da 6 CFU**

**Attività a scelta per complessivi 12 CFU**

**Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)**

**Prova finale 26 CFU**

Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte da tre degli insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente MC310 e due insegnamenti tra AC310, AL310, AM310, FM310, GE310. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.

Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:

- 1 insegnamento da almeno 6 CFU scelto nel SSD MAT/04 (cioè: Matematiche Complementari);
- almeno 1 insegnamento da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);
- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);
- 1 insegnamento ulteriore da almeno 6 CFU nei SSD MAT/01-09, tale che il numero totale di crediti caratterizzanti sia almeno 39.

| <b>Piano di studio in analisi matematica</b>   |
|--|
| <b>2 insegnamenti a scelta tra {<u>AC310</u>, AL310, AL410, <u>AM310</u>, <u>GE310</u>, GE410}</b>   |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {AN410, AN420, CP410, <u>FM310</u>, MA410, MS410}</b>   |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU tra {AMxxx, GExxx} di cui almeno 1 AMxxx</b>  |
| <b>1 insegnamento tra {<u>FM310</u>, <u>GE310</u>, GE410, MA410}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>   |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 tra i seguenti {AMxxx, FMxxx, GExxx}</b>  |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>  |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>  |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>   |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte da tre degli insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente <u>AC310</u>, <u>AM310</u> e un insegnamento tra <u>FM310</u>, <u>GE310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |

| <b>Piano di studio in Probabilità</b>   |
|---|
| <b>2 insegnamenti a scelta tra {<u>AC310</u>, AL310, AL410, <u>AM310</u>, GE310, GE410}</b>   |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {AN410, AN420, <u>CP410</u>, <u>FM310</u>, MA410, MS410}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {AMxxx, GExxx}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {ANxxx, CPxxx, FMxxx}</b>  |
| <b>1 insegnamento tra {<u>FM310</u>, AL310, GE310, GE410, MF410, MS410}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>  |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 tra i seguenti {AMxxx, CPxxx, FMxxx, STxxx}</b>  |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>   |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>   |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>  |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte da tre degli insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente <u>CP410</u> e due tra gli insegnamenti tra <u>AC310</u>, <u>AM310</u>, <u>FM310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |

| <b>Piano di studio in Fisica Matematica</b>  |
|--|
| <b>2 insegnamenti a scelta tra {<u>AC310</u>, AL310, AL410, <u>AM310</u>, GE310, GE410}</b>  |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {AN410, AN420, CP410, <u>FM310</u>, MA410, <u>MS410</u>}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {AMxxx, GExxx}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {CPxxx, FMxxx}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU tra {AN410, CP410, <u>FM310</u>, FSxxx, GE310, <u>MS410</u>}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>   |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 tra i seguenti {FMxxx, FSxxx, STxxx}</b>  |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>  |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>  |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>   |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte da tre degli insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente un insegnamento tra <u>FM310</u> e <u>MS410</u> e i due insegnamenti <u>AC310</u>, <u>AM310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |

| <b>Piano di studio in Modellistica e Analisi Numerica</b>   |
|---|
| <b>2 insegnamenti a scelta tra {<u>AC310</u>, AL310, AL410, <u>AM310</u>, GE310, GE410}</b>   |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {<u>AN410</u>, AN420, CP410, <u>FM310</u>, MA410, MS410}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {AMxxx, GExxx}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {ANxxx, CPxxx, FMxxx}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU tra {<u>AN410</u>, AN420, CP410, <u>FM310</u>, GExxx, MA410}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>  |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 tra i seguenti {ANxxx, INxxx, STxxx}</b>   |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>   |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>   |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>  |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte da tre degli insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente <u>AN410</u> e i due insegnamenti tra <u>AC310</u>, <u>AM310</u>, <u>FM310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |

| <b>Piano di studio in Algoritmi e Calcolo scientifico</b>   |
|---|
| <b>2 insegnamenti a scelta tra {<u>AC310</u>, AL310, AL410, <u>AM310</u>, GE310, GE410, <u>IN410</u>, LM410}</b>  |
| <b>1 insegnamento a scelta tra {<u>AN410</u>, AN420, CP410, FM310, MA410, MS410}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {AMxxx, GExxx}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 6 CFU tra {ANxxx, CPxxx, FMxxx}</b>  |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU tra {ANxxx, CRxxx, INxxx, MAxxx}</b>   |
| <b>1 insegnamento da 9 CFU</b>  |
| <b>2 insegnamenti da 6 CFU di cui almeno 1 tra {INxxx, FMxxx, LMxxx, STxxx}</b>   |
| <b>Attività a scelta per complessivi 12 CFU</b>   |
| <b>Altre attività formative per complessivi 13 CFU: UCL (3 CFU), AIT (3 CFU), tirocinio (7 CFU)</b>   |
| <b>Prova finale 26 CFU</b>  |
| <p>Le conoscenze caratterizzanti fondamentali sono soddisfatte da tre degli insegnamenti sottolineati: lo/la studente/essa deve seguire obbligatoriamente i due insegnamenti <u>IN410</u>, <u>AN410</u> e un insegnamento tra <u>AC310</u>, <u>AM310</u>. Se tuttavia i relativi esami sono stati sostenuti e superati durante il Corso di Laurea triennale, lo/la studente/essa può sostituirli con insegnamenti di sua scelta, purché coerenti con il percorso formativo.</p> <p>Per le attività caratterizzanti devono essere rispettati i seguenti vincoli complessivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- almeno 2 insegnamenti da 9 CFU e 1 insegnamento da 6 CFU scelti nei SSD MAT/01-03 e MAT/05 (cioè: Logica, Algebra, Geometria, Analisi Matematica);</li> <li>- almeno 1 insegnamento da 9 CFU scelto nei SSD MAT/06-09 (cioè: Probabilità e Statistica Matematica, Fisica Matematica, Analisi Numerica, Ricerca Operativa);</li> <li>- almeno 1 insegnamento ulteriore da 6 CFU nei SSD MAT/01-03 e MAT/05-09.</li> </ul> |



Nei casi in cui sia richiesto l'inserimento nel piano di studio di un insegnamento su due (FM310 e GE310 per "Analisi Matematica", FM310 e MS410 per "Fisica Matematica"), si consiglia fortemente di inserire entrambi, uno tra le attività caratterizzanti e uno tra quelle affini, per una migliore e più approfondita realizzazione della propria preparazione nell'ambito scelto. Analogamente, nei casi in cui sia richiesto l'inserimento nel piano di studio di due insegnamenti su tre (AC310, AM310 e FM310 per "Probabilità", AC310, AM310 e FM310 per "Modellistica e Analisi Numerica"), si consiglia fortemente lo/la studente/essa di inserirli tutti e tre, due tra le attività caratterizzanti e uno tra quelle affini. Infine, per quanto riguarda gli/le studenti/esse che scelgano il percorso didattico (piano di studio "Matematica per l'Educazione"), ai sensi del Decreto Ministeriale del 10 agosto 2017, n. 617, è fortemente consigliabile, anche se non obbligatorio, selezionare, nell'ambito delle attività a scelta, due insegnamenti da 6 CFU, che siano riconosciuti ai fini dei percorsi formativi richiesti per l'accesso ai corsi di formazione insegnanti e che siano inquadrati in due ambiti distinti dei tre previsti per le discipline antro-po-psi-co-pedagogiche (M-PED/\*\*, M-PSI/\*\*, M-DEA/01). Il piano di studio risultante consente l'accesso ai corsi di formazione insegnanti nelle classi A26 - Matematica, A27 - Matematica e Fisica, e A28 - Matematica e Scienze. L'aggiunta di un insegnamento a scelta soprannumerario da 6 CFU, inquadrato in uno dei settori M-PED/\*\*, M-PSI/\*\*, M-DEA/01, FIS/08, permette anche l'accesso ai corsi nella classe A20 – Fisica.

La frequenza alle attività formative è vivamente consigliabile. Per chi è iscritto a tempo parziale (iscrizione part-time) la quantità massima di lavoro di apprendimento richiesta in un anno è fissata convenzionalmente in 35 CFU per conseguire il titolo dopo quattro anni e 42 CFU per conseguire il titolo dopo tre anni. In conformità con quanto stabilito dal Regolamento Didattico di Ateneo, il Consiglio di Amministrazione può prevedere un ordinamento differenziato delle tasse universitarie per gli iscritti a tempo parziale. La Commissione Didattica può deliberare forme di tutorato e attività di sostegno a distanza, per via telematica, differenziate per gli iscritti a tempo parziale.

Per gli iscritti fuori corso da più di tre anni, la Commissione Didattica può dichiarare non più attuali i crediti acquisiti (anche parzialmente) e può provvedere a rideterminare nuovi obblighi formativi per il conseguimento del titolo.

### **Art. 9. Mobilità internazionale**

Per tutti gli/le iscritti/e al Corso di laurea magistrale in Matematica è prevista la possibilità di effettuare un periodo di studio all'estero (programma Erasmus ed altri programmi di scambio), le cui informazioni sono consultabili sul sito web del Dipartimento di Matematica e Fisica nella sezione "Internazionale" – "Programmi di scambio e mobilità internazionale" e sul Portale dello Studente sezione "Mobilità internazionale".

Ogni anno accademico vengono emanati dei bandi che regolano la mobilità. Per tutto quanto concerne la mobilità internazionale, gli/le studenti/esse sono invitati/e a fare riferimento al/alla coordinatore/trice disciplinare.

Gli/Le assegnatari/rie di borsa di mobilità internazionale devono predisporre un *Learning Agreement* da sottoporre all'approvazione del/della docente coordinatore/trice disciplinare

obbligatoriamente prima della partenza. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero e dei relativi crediti avverrà in conformità con quanto stabilito dal [Regolamento Carriera](#) e dal [Regolamento per i programmi di mobilità internazionale](#) nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate.

All'arrivo a Roma Tre, gli/le studenti/esse in mobilità in ingresso presso il corso di studio devono sottoporre all'approvazione del/della docente coordinatore/trice disciplinare il Learning Agreement firmato dal/dalla referente accademico/a presso l'università di appartenenza.

Il Corso di laurea magistrale in Matematica ha attivato un percorso di doppio titolo con l'Università di Marsiglia (Francia): chi lo completa consegue, oltre al titolo di "Laurea magistrale in Matematica", anche il "Master Mathématiques et Applications" rilasciato da Aix-Marseille Université (spécialité: Informatique et Mathématiques Discrètes), con un percorso formativo incentrato sulla Logica. Ogni anno viene pubblicato un bando rettorale per l'ammissione al doppio titolo.

#### **Art. 10. Caratteristiche della prova finale**

La prova finale del Corso di Laurea Magistrale in Matematica consiste nella stesura di una tesi (in italiano o in inglese) elaborata in modo originale con l'assistenza di almeno un/una docente (relatore/trice), eventualmente esterno/a al corso di studi, e in una esposizione orale di tipo seminariale conclusiva del lavoro svolto. La prova finale verrà valutata in base all'originalità dei risultati, alla padronanza dell'argomento, all'autonomia e alle capacità espositive e di ricerca bibliografica mostrate dal/dalla candidato/a. La redazione della tesi può eventualmente avvenire anche all'interno di un tirocinio formativo (stage) presso aziende o laboratori esterni, o durante soggiorni di studio presso altre università italiane ed estere, anche nel quadro di accordi internazionali.

#### **Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale**

La tesi è assegnata da un/una relatore/trice che segue e consiglia durante le varie fasi della sua preparazione. Il/La relatore/trice è di norma un/una docente o ricercatore/trice afferente al Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Università di Roma Tre, ma può anche essere esterno/a al Dipartimento di Matematica e Fisica di Roma Tre; in tal caso, è affiancato/a da un/una docente afferente al Dipartimento con le funzioni di garante (relatore/trice interno/a). Il/La relatore/trice potrà avvalersi della collaborazione di uno o più esperti/e (denominati/e correlatori/trici) per la supervisione di alcune parti del lavoro di tesi.

La tesi deve riguardare argomenti di interesse per la ricerca fondamentale od applicata e comporta lo studio ed elaborazione della letteratura recente al riguardo, organizzazione ed elaborazione autonoma dei principali risultati e problemi. Contributi originali, in termini di riformulazioni, esemplificazioni od applicazioni sono di regola attesi.

La tesi di Laurea Magistrale deve essere presentata alla segreteria studenti secondo le modalità generali di Ateneo; tali modalità, assieme al calendario degli esami di Laurea, vengono rese pubbliche nella bacheca e nelle pagine web dei Corsi di Studio in Matematica.

La prova finale della Laurea Magistrale si svolge in due fasi distinte:

- fase I (presentazione della tesi)
- fase II (valutazione e conferimento della Laurea Magistrale)

Le fasi I e II si svolgono di fronte ad apposite commissioni distinte, nominate dal/dalla Presidente della Commissione Didattica. Le commissioni per la fase I sono costituite da almeno tre docenti o ricercatori/trici afferenti, di norma, al Dipartimento di Matematica e Fisica, dei quali uno/a è il/la relatore/trice della tesi, un/una secondo/a commissario/a svolgerà le funzioni di controrelatore/trice ed il/la terzo/a commissario/a presiederà la commissione. Il/La commissario/a controrelatore/trice avrà il compito di esaminare in dettaglio la tesi e di riferire il suo giudizio alla commissione. La commissione per la fase II è costituita da almeno cinque docenti o ricercatori/trici afferenti, di norma, al Dipartimento di Matematica e Fisica.

Per la fase I e per la fase II sono previsti quattro appelli per ogni anno accademico.

#### **Competenze preliminari alla prova finale.**

Le competenze necessarie per accedere alla prova finale vengono certificate, di norma, per i/le candidati/e che abbiano seguito un solo insegnamento a scelta, mediante il superamento di una prova di idoneità denominata QLM - Qualificazione alla Laurea Magistrale.

La prova QLM comporta l'attribuzione 6 crediti ed è divisa in due parti. La prima parte di tale prova consiste in un corso di letture finalizzato alla preparazione alla tesi di Laurea Magistrale (proposto e seguito dal/dalla candidato/a relatore/trice della tesi). La seconda parte consiste nella presentazione di un dattiloscritto da cui estrarre il "capitolo zero" della tesi (redazione seguita e approvata dal/dalla candidato/a relatore/trice della tesi). Tale prova deve essere sostenuta al più tardi nella sessione precedente quella nella quale si sosterrà la prova finale. All'atto di tale prova deve essere formalmente verificata, se necessario, la disponibilità del/della relatore/trice ad accettare una stesura della tesi in lingua inglese e/o l'utilizzo di programmi avanzati di scrittura di testi matematici e la capacità di effettuare ricerche bibliografiche accurate nei database esistenti. È esonerato dal sostenere la prova QLM il/la candidato/a che abbia seguito o intenda seguire almeno due insegnamenti a scelta.

Le conoscenze informatiche e telematiche vengono certificate dal superamento di una prova di idoneità denominata AIT - Abilità informatiche e telematiche, per 3 CFU. La prova, previo accordo con il/la relatore/trice della tesi di Laurea Magistrale, prevede la verifica della capacità dell'utilizzo di programmi avanzati di scrittura di testi matematici e all'esecuzione di ricerche bibliografiche accurate nei database esistenti, verbalizzando la relativa idoneità.

Completano le ulteriori attività formative richieste al/alla candidato/a per accedere alla fase II, le attività di tirocinio formativo (TFO), per complessivi 7 crediti, che possono essere svolte o all'esterno del Dipartimento, presso un ente pubblico o un'azienda privata, o all'interno del Dipartimento, sotto la supervisione di un/una docente.

### **Fase I**

Per poter sostenere la fase I della prova finale il/la candidato/a deve aver verbalizzato la prova QLM, a meno che non ne sia esonerato, ed aver sostenuto e superato gli esami relativi a tutti gli insegnamenti inseriti nel proprio piano di studio.

La prova consiste nella presentazione orale della tesi di fronte alla relativa commissione. La presentazione è di norma effettuata alla lavagna e avrà una durata di circa quaranta minuti. Lo/La studente/essa che, con l'accordo del/della relatore/trice, ritenesse necessaria una presentazione diversa, dovrà farne richiesta alla commissione. Al termine della discussione approfondita della tesi, il/la presidente invita

- il/la relatore/trice a commentare il lavoro svolto dal/dalla candidato/a;
- il/la controrelatore/trice a esprimere il proprio parere.

Il/La presidente della commissione, sulla base dello svolgimento e delle indicazioni degli altri/e commissari/rie, valuta se l'esito della prova sia positivo o negativo e comunica al/alla candidato/a tale esito. In caso l'esito sia negativo, la prova va ripetuta in un appello successivo. Nel caso la prova sia stata superata, il/la presidente della commissione provvede a formulare una proposta di valutazione, che viene comunicata alla segreteria didattica. La proposta di valutazione relativa al superamento della fase I verrà espressa secondo il seguente criterio di massima: un punteggio compreso tra 1 e 9 punti. L'attribuzione di un punteggio superiore a 7 punti dovrà avvenire solo in caso di contributi straordinari (prossimi alla ricerca) da parte dello/della studente/essa.

### **Fase II**

La fase II della prova finale consiste in una breve presentazione da parte del/della candidato/a dei contenuti essenziali della tesi di Laurea, anche con l'ausilio di trasparenti, di fronte alla commissione. Al termine delle presentazioni da parte dei/delle candidati/e segue, nell'ambito della commissione, la discussione per la valutazione.

Al completamento della fase II relativa al superamento della prova finale verranno attribuiti i CFU previsti, necessari per il conseguimento dei 120 CFU richiesti.

La commissione per la fase II ha la facoltà di utilizzare le procedure seguenti, dalle quali può comunque derogare qualora lo ritenga opportuno, per definire il voto finale:

- il voto base è costituito dalla media ponderata, riportata in centodecimi ed arrotondata dei voti ottenuti nel superamento delle attività formative, utilizzando come pesi i relativi CFU e considerando il voto di un esame superato con lode come 31 trentesimi;
- sulla base della proposta di valutazione della fase I, il voto base è incrementato di un punteggio intero nella fascia 1-9;
- il punteggio totale ottenuto, se <110, costituisce il voto finale; per il/la candidato/a che totalizzi un punteggio di almeno 110 può essere attribuita la lode con decisione unanime della commissione, su proposta del relatore/relatrice in caso di un punteggio pari a 110.

Per i laureandi con i requisiti del Curriculum binazionale di Laurea Magistrale in Logica la media ponderata è calcolata considerando tutti gli esami superati (anche se in sovrannumero).

Le scadenze e gli adempimenti per la presentazione della domanda per il conseguimento del titolo sono disponibili [sul sito del Dipartimento](#) e sul [Portale dello Studente](#).

#### **Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative**

Per assicurare la qualità delle attività formative del corso di laurea, ogni anno con cadenza periodica, nel corso delle sedute programmate, la Commissione Didattica discute le relazioni del Nucleo di Valutazione e della Commissione Paritetica Docenti-Studenti, discute ed approva la Scheda di Monitoraggio annuale elaborata dal Gruppo del Riesame, analizza le risultanze dei Questionari di rilevazione dell'opinione degli/delle studenti/esse (OPIS) sulla didattica. La discussione dei risultati delle OPIS avviene con cadenza annuale, e porta alla stesura di una relazione che ha lo scopo di guidare i referenti delle aree didattiche in fase di programmazione didattica, in modo da rimuovere e/o correggere le eventuali criticità riscontrate negli anni precedenti.

In relazione alle problematiche riscontrate, la Commissione Didattica identifica le possibili procedure correttive da intraprendere e le porta in discussione nella seduta di Consiglio di Dipartimento più prossima. A valle di tale attività di monitoraggio ed in accordo con le tempistiche previste nel documento sulle *Procedure per la definizione dell'offerta formativa dell'Ateneo e per l'assicurazione della qualità nella didattica*, il Consiglio di Dipartimento discute ed approva annualmente una relazione sulle azioni effettuate o che si intendono effettuare per il miglioramento della didattica relativi ai Corsi di Studio di propria pertinenza. Tale relazione costituisce la base per la definizione dell'offerta formativa dell'anno accademico seguente e per la stesura della scheda SUA-CdS, per la revisione del Regolamento Didattico ed eventualmente dell'Ordinamento del CdS, tenendo anche conto dei suggerimenti emersi dagli incontri con i portatori di interesse.

La Commissione Didattica è costituita da docenti afferenti al Dipartimento di Matematica e Fisica che insegnano nei Corsi di Studio in Matematica e in Scienze Computazionali, dal segretario didattico e da due rappresentanti degli/della studenti/esse. Essa si riunisce periodicamente (di media una volta al mese) per discutere e deliberare in merito a tutte le questioni inerenti alla didattica del Corso di Laurea.

La presenza dei rappresentanti degli/delle studenti/esse nella Commissione Didattica consente di avere un riscontro immediato delle azioni che si intraprendono e di usufruire della loro collaborazione per mettere in luce eventuali punti deboli. Osservazioni, proposte e reclami da parte degli/delle studentesse sono sottoposti all'attenzione della Commissione Didattica, che ne valuta la pertinenza e adotta le azioni conseguenti. La Commissione Didattica prende altresì in considerazione i suggerimenti provenienti da altri docenti. Gli argomenti oggetto di discussione e le conclusioni a cui perviene la Commissione Didattica sono registrati puntualmente nei verbali che sono redatti al termine di ogni seduta e approvati nella seduta successiva.

**Art. 13. Servizi didattici propedeutici o integrativi**

Non sono previsti servizi propedeutici o integrativi.

**Art. 14. Altre fonti normative**

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al [Regolamento didattico di Ateneo](#) e al [Regolamento Carriera](#).

**Art. 15. Validità**

Le disposizioni del presente Regolamento si applicano a decorrere dall'anno accademico 2020/2021 e rimangono in vigore per l'intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato a partire dal suddetto anno accademico. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi cicli formativi (e coorti) fino all'entrata in vigore di eventuali modifiche regolamentari.

Gli allegati 1 e 2 richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell'ambito del processo annuale di programmazione didattica. Le modifiche agli allegati 1 e 2 non sono considerate modifiche regolamentari. I contenuti dei suddetti allegati sono in larga parte resi pubblici anche mediante il sito [www.university.it](http://www.university.it).

**Allegato 1**

Elenco delle attività formative previste per il corso di studio.

**Allegato 2**

Elenco delle attività formative erogate per il presente anno accademico.

## DIDATTICA PROGRAMMATA 2020/2021

### Matematica (LM-40)

Dipartimento: MATEMATICA E FISICA

Codice CdS: 104652

Codice SUA: 1561783

Area disciplinare: ScientificoTecnologica

Curricula previsti:

- Teorico
- Modellistico-applicativo
- Didattico

#### CURRICULUM: Teorico

#### Primo anno

##### Primo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)   | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|---|-----|-----|-----|--------|
| GRUPPO OPZIONALE Comune SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI PER UN TOTALE DI 12 CFU  |     |     |     |        |
| GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)                        |     |     |     |        |
| GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO PER CURRICULA TEORICO e DIDATTICO: SCEGLIERE UN INSEGNAMENTO (9 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B) |     |     |     |        |
| GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)   |     |     |     |        |

##### Secondo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)   | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|---|-----|-----|-----|--------|
| GRUPPO OPZIONALE Comune SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI PER UN TOTALE DI 12 CFU  |     |     |     |        |
| GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)                        |     |     |     |        |
| GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO PER CURRICULA TEORICO e DIDATTICO: SCEGLIERE UN INSEGNAMENTO (9 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B) |     |     |     |        |
| GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)   |     |     |     |        |

#### Secondo anno

##### Primo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare) | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|---|-----|-----|-----|--------|
|---|-----|-----|-----|--------|

##### Secondo semestre



| <b>Denominazione</b><br><i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>                            | <b>SSD</b> | <b>CFU</b> | <b>Ore</b> | <b>Lingua</b> |
|--|------------|------------|------------|---------------|
| <b>20410377 - AIT - ABILITA' INFORMATICHE E TELEMATICHE</b><br><i>TAF F - Abilità informatiche e telematiche</i>     | INF/01     | 3          | 30         | ITA           |
| <b>20410467 - PROVA FINALE</b><br><i>TAF E - Per la prova finale</i>   |            | 26         | 650        | ITA           |
| <b>20410497 - TFO - TIROCINIO FORMATIVO E DI ORIENTAMENTO</b><br><i>TAF F - Tirocini formativi e di orientamento</i> |            | 7          | 175        | ITA           |
| <b>20410376 - UCL-ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE</b><br><i>TAF F - Ulteriori conoscenze linguistiche</i>          |            | 3          | 20         | ITA           |

## CURRICULUM: Modellistico-applicativo

### Primo anno

#### Primo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|--|-----|-----|-----|--------|
| <b>GRUPPO OPZIONALE Comune SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI PER UN TOTALE DI 12 CFU</b>  |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO APPLICATIVO SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI (15 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b> |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO-APPLICATIVO SCEGLIERE TRE INSEGNAMENTI (24 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b> |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)</b>   |     |     |     |        |

#### Secondo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|--|-----|-----|-----|--------|
| <b>GRUPPO OPZIONALE Comune SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI PER UN TOTALE DI 12 CFU</b>  |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO APPLICATIVO SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI (15 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b> |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO-APPLICATIVO SCEGLIERE TRE INSEGNAMENTI (24 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b> |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)</b>   |     |     |     |        |

### Secondo anno

#### Primo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare) | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|---|-----|-----|-----|--------|
|---|-----|-----|-----|--------|

#### Secondo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|--|--------|-----|-----|--------|
| <b>20410377 - AIT - ABILITA' INFORMATICHE E TELEMATICHE</b><br><i>TAF F - Abilità informatiche e telematiche</i>     | INF/01 | 3   | 30  | ITA    |
| <b>20410467 - PROVA FINALE</b><br><i>TAF E - Per la prova finale</i>   |        | 26  | 650 | ITA    |
| <b>20410497 - TFO - TIROCINIO FORMATIVO E DI ORIENTAMENTO</b><br><i>TAF F - Tirocini formativi e di orientamento</i> |        | 7   | 175 | ITA    |
| <b>20410376 - UCL-ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE</b><br><i>TAF F - Ulteriori conoscenze linguistiche</i>          |        | 3   | 20  | ITA    |

## CURRICULUM: Didattico

### Primo anno

#### Primo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|--|-----|-----|-----|--------|
| <b>GRUPPO OPZIONALE Comune SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI PER UN TOTALE DI 12 CFU</b>  |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM DIDATTICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,04,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b>                   |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO PER CURRICULA TEORICO e DIDATTICO: SCEGLIERE UN INSEGNAMENTO (9 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b> |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)</b>   |     |     |     |        |

#### Secondo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|--|-----|-----|-----|--------|
| <b>GRUPPO OPZIONALE Comune SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI PER UN TOTALE DI 12 CFU</b>  |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM DIDATTICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,04,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b>                   |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO PER CURRICULA TEORICO e DIDATTICO: SCEGLIERE UN INSEGNAMENTO (9 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)</b> |     |     |     |        |
| <b>GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)</b>   |     |     |     |        |

### Secondo anno

#### Primo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare) | SSD | CFU | Ore | Lingua |
|---|-----|-----|-----|--------|
|---|-----|-----|-----|--------|

#### Secondo semestre

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|--|--------|-----|-----|--------|
| <b>20410377 - AIT - ABILITA' INFORMATICHE E TELEMATICHE</b><br><i>TAF F - Abilità informatiche e telematiche</i>     | INF/01 | 3   | 30  | ITA    |
| <b>20410467 - PROVA FINALE</b><br><i>TAF E - Per la prova finale</i>   |        | 26  | 650 | ITA    |
| <b>20410497 - TFO - TIROCINIO FORMATIVO E DI ORIENTAMENTO</b><br><i>TAF F - Tirocini formativi e di orientamento</i> |        | 7   | 175 | ITA    |
| <b>20410376 - UCL-ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE</b><br><i>TAF F - Ulteriori conoscenze linguistiche</i>          |        | 3   | 20  | ITA    |

## GRUPPI OPZIONALI

| GRUPPO OPZIONALE Comune SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI PER UN TOTALE DI 12 CFU                              |        |     |     |        |
|---|--------|-----|-----|--------|
| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)                             | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
| <b>20410163 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE</b><br><i>TAF D - A scelta dello studente</i>                 |        | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410075 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE</b><br><i>TAF D - A scelta dello studente</i>                 |        | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410433 - QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE</b><br><i>TAF D - A scelta dello studente</i> | MAT/07 | 6   | 10  | ITA    |

| GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM MODELLISTICO-APPLICATIVO SCEGLIERE TRE INSEGNAMENTI (24 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B) |        |     |     |        |
|---|--------|-----|-----|--------|
| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)   | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
| <b>20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                    | MAT/05 | 6   | 48  | ITA    |
| <b>20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                  | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/03 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/03 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/01 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1</b>   |        |     |     |        |
| MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A<br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/01 | 6   | 48  | ITA    |
| MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B<br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/01 | 3   | 24  | ITA    |
| <b>20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/01 | 6   | 36  | ITA    |
| <b>20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>  | MAT/01 | 6   | 36  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE CURRICOLO MODELLISTICO APPLICATIVO SCEGLIERE DUE INSEGNAMENTI (15 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|--|--------|-----|-----|--------|
| <b>20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>                         | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>                         | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410421 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>               | MAT/08 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>                   | MAT/06 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410441 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>          | MAT/06 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410457 - CP430 - CALCOLO STOCASTICO</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>                         | MAT/06 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i> | MAT/06 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>           | MAT/07 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA</b>   |        |     |     |        |
| MODULO - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A<br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>         | MAT/07 | 3   | 30  | ITA    |
| MODULO - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B<br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>         | MAT/07 | 3   | 30  | ITA    |
| <b>20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>         | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA</b><br><i>TAF B - Formazione modellistico-applicativa</i>                         | MAT/07 | 9   | 72  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|--|--------|-----|-----|--------|
| <b>20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                      | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                     | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                  | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                     | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>   | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i> | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                    | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                   | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                   | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                   | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410421 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                         | MAT/08 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410446 - BL410-INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA</b>   | BIO/13 | 6   | 48  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD     | CFU | Ore | Lingua |
|--|---------|-----|-----|--------|
| <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>   |         |     |     |        |
| <b>20410439 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                       | CHIM/03 | 6   | 52  | ITA    |
| <b>20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                 | MAT/06  | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410441 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                        | MAT/06  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410457 - CP430 - CALCOLO STOCASTICO</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                       | MAT/06  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>               | MAT/06  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410415 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                             | MAT/02  | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410428 - CR510 – CRITTO SISTEMI ELLITTICI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                 | MAT/02  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                         | MAT/07  | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA</b>   |         |     |     |        |
| MODULO - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A<br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                       | MAT/07  | 3   | 30  | ITA    |
| MODULO - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B<br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                       | MAT/07  | 3   | 30  | ITA    |
| <b>20410470 - FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                     | MAT/07  | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                    | FIS/08  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                    | FIS/02  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410437 - FS430- TEORIA DELLA RELATIVITÀ</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                   | FIS/02  | 6   | 48  | ITA    |
| <b>20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>             | FIS/04  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                         | FIS/02  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                   | FIS/08  | 6   | 48  | ITA    |
| <b>20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                  | FIS/05  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410569 - FS480 - RETI NEURALI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>   | FIS/02  | 6   | 48  | ITA    |
| <b>20410570 - FS490 - EDUCATIONAL &amp; OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i> | FIS/08  | 6   | 48  | ITA    |
| <b>20410429 - FS510 - METODO MONTECARLO</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>  | FIS/01  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410571 - FS520 – RETI COMPLESSE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>   | FIS/03  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                       | MAT/03  | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                    | MAT/03  | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                      | MAT/03  | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>   | MAT/03  | 6   | 60  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)   | SSD      | CFU | Ore | Lingua |
|---|----------|-----|-----|--------|
| <b>20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                            | MAT/03   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410462 - GE510 - GEOMETRIA ALGEBRICA 2</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                         | MAT/03   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410524 - GE520 - GEOMETRIA SUPERIORE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                           | MAT/03   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410557 - GE530 - ALGEBRA LINEARE PER IL MACHINE LEARNING</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>       | MAT/03   | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410450 - GL410-ELEMENTI DI GEOLOGIA I</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                          | GEO/03   | 6   | 48  | ITA    |
| <b>20410454 - GL420-ELEMENTI DI GEOLOGIA II</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                         | GEO/03   | 6   | 48  | ITA    |
| <b>20410560 - IN400 - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON E MATLAB</b>   |          |     |     |        |
| MODULO - MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON<br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                            | INF/01   | 3   | 30  | ITA    |
| MODULO - MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB<br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                            | INF/01   | 3   | 30  | ITA    |
| <b>20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                     | MAT/01   | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410442 - IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                      | INF/01   | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410422 - IN430 - TECNICHE INFORMATICHE AVANZATE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                | INF/01   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410423 - IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                   | INF/01   | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410424 - IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                  | INF/01   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410568 - IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>         | INF/01   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>               | INF/01   | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410427 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                   | INF/01   | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410464 - IN530 - SISTEMI PER L'ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i> | INF/01   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410431 - IN540 - TOPOLOGIA COMPUTAZIONALE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                      | INF/01   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410432 - IN550 - MACHINE LEARNING</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                              | INF/01   | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                      | M-FIL/02 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1</b>   |          |     |     |        |
| MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A<br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                       | MAT/01   | 6   | 48  | ITA    |
| MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B<br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                       | MAT/01   | 3   | 24  | ITA    |
| <b>20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                        | MAT/01   | 6   | 36  | ITA    |
| <b>20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                              | MAT/01   | 6   | 36  | ITA    |
| <b>20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>            | MAT/08   | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>      | MAT/04   | 9   | 72  | ITA    |



**GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO: SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) TRA LE ATTIVITÀ AFFINI INTEGRATIVE (C)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)   | SSD       | CFU | Ore | Lingua |
|---|-----------|-----|-----|--------|
| <b>20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                              | MAT/04    | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>             | MAT/04    | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i> | MAT/04    | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410438 - MF410 - FINANZA COMPUTAZIONALE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                | SECS-S/06 | 9   | 60  | ITA    |
| <b>20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                    | MAT/07    | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410555 - ST410-STATISTICA</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>  | MAT/06    | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                   | MAT/02    | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410463 - TN510 - TEORIA DEI NUMERI</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>                                     | MAT/02    | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE</b><br><i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>    | MAT/02    | 6   | 60  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)  | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|--|--------|-----|-----|--------|
| <b>20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                      | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                     | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                  | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                     | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>   | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i> | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                    | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                   | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                   | MAT/03 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                | MAT/03 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                  | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                     | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                   | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                            | MAT/01 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1</b>  |        |     |     |        |

**GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM TEORICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)               | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|---|--------|-----|-----|--------|
| MODULO - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A<br>TAF B - Formazione teorica avanzata | MAT/01 | 6   | 48  | ITA    |
| MODULO - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B<br>TAF B - Formazione teorica avanzata | MAT/01 | 3   | 24  | ITA    |
| <b>20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata   | MAT/01 | 6   | 36  | ITA    |
| <b>20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata         | MAT/01 | 6   | 36  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE GRUPPO UNICO PER CURRICULA TEORICO e DIDATTICO: SCEGLIERE UN INSEGNAMENTO (9 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/06,07,08,09 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)                                 | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|---|--------|-----|-----|--------|
| <b>20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1</b><br>TAF B - Formazione modellistico-applicativa                 | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2</b><br>TAF B - Formazione modellistico-applicativa                 | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ</b><br>TAF B - Formazione modellistico-applicativa           | MAT/06 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA</b><br>TAF B - Formazione modellistico-applicativa   | MAT/07 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE</b><br>TAF B - Formazione modellistico-applicativa | MAT/08 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA</b><br>TAF B - Formazione modellistico-applicativa                 | MAT/07 | 9   | 72  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM DIDATTICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD MAT/01,02,03,04,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)**

| Denominazione<br>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)   | SSD    | CFU | Ore | Lingua |
|---|--------|-----|-----|--------|
| <b>20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                                      | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                     | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                                  | MAT/02 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                     | MAT/05 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata   | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                    | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                                   | MAT/05 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                   | MAT/03 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                                | MAT/03 | 9   | 72  | ITA    |
| <b>20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                                  | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |
| <b>20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI</b><br>TAF B - Formazione teorica avanzata                                     | MAT/03 | 6   | 60  | ITA    |

**GRUPPO OPZIONALE CURRICULUM DIDATTICO SCEGLIERE QUATTRO INSEGNAMENTI (30 CFU) NEI SEGUENTI SSD  
MAT/01,02,03,04,05 TRA LE ATTIVITÀ CARATTERIZZANTI (B)**

| <b>Denominazione</b><br><i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>                                     | <b>SSD</b> | <b>CFU</b> | <b>Ore</b> | <b>Lingua</b> |
|---|------------|------------|------------|---------------|
| <b>20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                    | MAT/03     | 6          | 60         | ITA           |
| <b>20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                             | MAT/01     | 9          | 72         | ITA           |
| <b>20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1</b>   |            |            |            |               |
| MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A<br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                               | MAT/01     | 6          | 48         | ITA           |
| MODULO - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B<br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                               | MAT/01     | 3          | 24         | ITA           |
| <b>20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                | MAT/01     | 6          | 36         | ITA           |
| <b>20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                                      | MAT/01     | 6          | 36         | ITA           |
| <b>20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>              | MAT/04     | 9          | 72         | ITA           |
| <b>20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>                              | MAT/04     | 6          | 60         | ITA           |
| <b>20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i>             | MAT/04     | 6          | 60         | ITA           |
| <b>20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE</b><br><i>TAF B - Formazione teorica avanzata</i> | MAT/04     | 6          | 60         | ITA           |

## TIPOLOGIE ATTIVITA' FORMATIVE (TAF)

| Sigla | Descrizione  |
|-------|--|
| A     | Base   |
| B     | Caratterizzanti  |
| C     | Attività formative affini o integrative  |
| D     | A scelta studente  |
| E     | Prova Finale o Per la conoscenza di almeno una lingua straniera  |
| F     | Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)  |
| R     | Attività formative in ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare |
| S     | Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali  |

## OBIETTIVI FORMATIVI

### 20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA

#### Italiano

Acquisire una ampia conoscenza delle funzioni olomorfe e meromorfe di una variabile complessa e delle loro principali proprietà. Acquisire una buona manualità nell'integrazione complessa e nel calcolo di integrali definiti reali.

#### Inglese

To acquire a broad knowledge of holomorphic and meromorphic functions of one complex variable and of their main properties. To acquire good dexterity in complex integration and in the calculation of real definite integrals.

### 20410407 - AC310-ANALISI COMPLESSA

#### Italiano

Acquisire una ampia conoscenza delle funzioni olomorfe e meromorfe di una variabile complessa e delle loro principali proprietà. Acquisire una buona manualità nell'integrazione complessa e nel calcolo di integrali definiti reali.

#### Inglese

To acquire a broad knowledge of holomorphic and meromorphic functions of one complex variable and of their main properties. To acquire good dexterity in complex integration and in the calculation of real definite integrals.

### 20410377 - AIT - ABILITA' INFORMATICHE E TELEMATICHE

#### Italiano

Approfondire la conoscenza di tecniche informatiche e telematiche tra le quali la stesura in Tex della tesi e le ricerche bibliografiche.

#### Inglese

Deepen the knowledge of computer and telematic techniques including the writing in Tex of the thesis and bibliographic researches.

### 20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE

#### Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei concetti e metodi della teoria delle equazioni polinomiali di una variabile. Saper applicare le tecniche ed i metodi dell'algebra astratta. Capire e saper applicare il Teorema Fondamentale della corrispondenza di Galois per studiare la "complessità" di un polinomio.

#### Inglese

Acquire a good knowledge of the concepts and methods of the theory of polynomial equations in one variable. Learn how to apply the techniques and methods of abstract algebra. Understand and apply the fundamental theorem of Galois correspondence to study the "complexity" of a polynomial.

### 20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA

#### Italiano

Acquisire una buona conoscenza di alcuni metodi e risultati fondamentali nello studio degli anelli commutativi e dei loro moduli, con particolare riguardo allo studio di classi di anelli di interesse per la teoria algebrica dei numeri e per la geometria algebrica.

#### Inglese

Acquire a good knowledge of some methods and fundamental results in the study of the commutative rings and their modules, with particular reference to the study of ring classes of interest for the algebraic theory of numbers and for algebraic geometry.

### 20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE

#### Italiano

Acquisire una buona conoscenza della teoria della integrazione astratta. Introduzione all'analisi funzionale: spazi di Banach e di Hilbert.

## Inglese

To acquire a good knowledge of the theory of abstract integration. Introduction to functional analysis: Banach and Hilbert spaces.

### 20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO

## Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei metodi generali e delle tecniche classiche necessarie allo studio delle equazioni alle derivate parziali di tipo ellittico

## Inglese

To acquire a good knowledge of the general methods and classical techniques necessary for the study of elliptic partial differential equations

### 20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI

## Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei metodi generali e delle tecniche necessarie allo studio delle soluzioni deboli di equazioni alle derivate parziali.

## Inglese

To acquire a good knowledge of the general methods and classical techniques necessary for the study of weak solutions of partial differential equations.

### 20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE

## Italiano

Acquisire una buona conoscenza dei metodi generali e delle tecniche necessarie allo studio delle equazioni differenziali ordinarie e alle loro proprietà qualitative.

## Inglese

To acquire a good knowledge of the general methods and classical techniques necessary for the study of ordinary differential equations and their qualitative properties.

### 20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE

## Italiano

Acquisire una buona conoscenza dell'analisi funzionale: spazi di Banach e di Hilbert, topologie deboli, operatori lineari e continui, operatori compatti, teoria spettrale.

## Inglese

To acquire a good knowledge of functional analysis: Banach and Hilbert spaces, weak topologies, linear and continuous operators, compact operators, spectral theory.

### 20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1

## Italiano

L'insegnamento intende dare gli elementi fondamentali (inclusa l'implementazione in un linguaggio di programmazione) delle tecniche di approssimazione numerica di base, in particolare quelle legate alla soluzione di sistemi lineari e di equazioni scalari non lineari, all'interpolazione e all'integrazione approssimata.

## Inglese

Provide the basic elements (including implementation in a programming language) of elementary numerical approximation techniques, in particular those related to solution of linear systems and nonlinear scalar equations, interpolation and approximate integration.

### 20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2

## Italiano

L'insegnamento è rivolto allo studio e all'implementazione di tecniche di approssimazione numerica più avanzate, in

particolare relative alla soluzione approssimata di equazioni differenziali ordinarie, e a un ulteriore argomento avanzato da individuare tra l'ottimizzazione e i fondamenti dell'approssimazione di equazioni alle derivate parziali.

### **Inglese**

Introduce to the study and implementation of more advanced numerical approximation techniques, in particular related to approximate solution of ordinary differential equations, and to a further advanced topic to be chosen between the optimization and the fundamentals of approximation of partial differential equations.

#### **20410421 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI**

### **Italiano**

Introdurre al metodo degli elementi finiti per la soluzione numerica delle equazioni alle derivate parziali; in particolare: fluidodinamica computazionale, problemi di trasporto; meccanica dei solidi computazionale.

### **Inglese**

Introduce to the finite element method for the numerical solution of partial differential equations, in particular: computational fluid dynamics, transport problems; computational solid mechanics.

#### **20410446 - BL410-INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA**

### **Italiano**

Introdurre i metodi (esecuzione, validazione) della ricerca biologica, intesa come studio sistematico, controllato, empirico e critico della fenomenologia naturale, che si sviluppa a partire dalla formulazione di un'ipotesi fino alla costruzione della spiegazione; impostare le competenze di base relative all'elaborazione di risultati sperimentali e alla comunicazione in forma scritta; orientare gli studenti mediante illustrazione degli interessi scientifici dei diversi gruppi di ricerca che operano nel Dipartimento di Scienze.

### **Inglese**

Introduction to the methods of biological research, intended as a systematic, controlled, empirical and critical study of natural phenomenology, which is developed from the formulation of an hypothesis until the construction of the explanation. Setting the basic skills relative to the processing of experimental results and the communication in the written form. Also, a lessons cycle will be dedicated to the most profitable study methods.

#### **20410075 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE**

### **Italiano**

Crediti a scelta dello studente.

### **Inglese**

Credits chosen by the student.

#### **20410163 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE**

### **Italiano**

Crediti a scelta dello studente.

### **Inglese**

Credits chosen by the student.

#### **20410439 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA**

### **Italiano**

Conoscere i principi fondamentali della chimica generale e saper applicare le conoscenze acquisite alla soluzione di semplici problemi di chimica.

### **Inglese**

Knowing the basic principles of general chemistry and being able to apply the acquired knowledge to the solution of simple problems of chemistry.

#### **20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ**

### **Italiano**

Acquisire una solida preparazione negli aspetti principali della teoria delle probabilità: costruzione di misure di probabilità su spazi misurabili, legge 0/1, indipendenza, aspettative condizionate, variabili casuali, funzioni caratteristiche, teorema del limite centrale, processi di ramificazione e alcuni risultati fondamentali nella teoria delle martingale a tempo discreto.

### **Inglese**

Foundations of modern probability theory: measure theory, 0/1 laws, independence, conditional expectation with respect to sub sigma algebras, characteristic functions, the central limit theorem, branching processes, discrete parameter martingale theory.

## **20410441 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI**

### **Italiano**

Acquisire una solida preparazione di base negli aspetti principali della teoria dei processi stocastici con particolare riguardo ai processi di Markov e alle loro applicazioni (metodo Monte Carlo e simulated annealing), della teoria delle passeggiate aleatorie e dei modelli più semplici di sistemi di particelle interagenti.

### **Inglese**

Introduction to the theory of stochastic processes. Markov chains: ergodic theory, coupling, mixing times, with applications to random walks, card shuffling, and the Monte Carlo method. The Poisson process, continuous time Markov chains, convergence to equilibrium for some simple interacting particle systems.

## **20410457 - CP430 - CALCOLO STOCASTICO**

### **Italiano**

Fornire una solida preparazione di base negli aspetti principali della teoria dei processi gaussiani, del moto browniano, della teoria dell'integrazione stocastica anche con elementi della teoria delle equazioni differenziali stocastiche.

### **Inglese**

Elements of stochastic analysis: Gaussian processes, Brownian motion, probabilistic representation for the solution to partial differential equations, stochastic integration and stochastic differential equations.

## **20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI**

### **Italiano**

Acquisire una conoscenza di base dei principali metodi probabilistici e delle loro applicazioni alle scienze computazionali: algoritmi aleatori, grafi aleatori e random networks, processi stocastici su grafi, processi di ramificazioni e di propagazione delle infezioni.

### **Inglese**

Get to know the main probabilistic methods and their application to computer science: random algorithms, random graphs and networks, stochastic processes on graphs, branching processes and spread of infection.

## **20410415 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA**

### **Italiano**

Acquisire una conoscenza di base dei concetti e metodi relativi alla teoria della crittografia a chiave pubblica, fornendo una panoramica di quelli che sono i modelli attualmente più utilizzati in questo settore.

### **Inglese**

Acquire a basic understanding of the notions and methods of public-key encryption theory, providing an overview of the models which are most widely used in this field.

## **20410428 - CR510 – CRITTO SISTEMI ELLITTICI**

### **Italiano**

Acquisire una conoscenza di base dei concetti e metodi relativi alla teoria della crittografia a chiave pubblica utilizzando il gruppo dei punti di una curva ellittica su un campo finito. Applicazioni della teoria delle curve ellittiche a problemi classici di teoria computazionale dei numeri come la fattorizzazione e i test di primalità.

### **Inglese**



Acquire a basic knowledge of the concepts and methods related to the theory of public key cryptography using the group of points of an elliptic curve on a finite field. Apply the theory of elliptic curves to classical problems of computational number theory such as factorization and primality testing.

#### **20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA**

##### **Italiano**

Acquisire una buona conoscenza della teoria elementare delle equazioni differenziali alle derivate parziali e dei metodi basilari di risoluzione, con particolare riferimento alle equazioni che descrivono problemi della fisica matematica.

##### **Inglese**

To acquire a good knowledge of the elementary theory of partial differential equations and of the basic methods of solution, with particular focus on the equations describing problems in mathematical physics.

#### **20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA**

##### **Italiano**

Approfondire lo studio dei sistemi dinamici con tecniche e metodi più avanzati nell'ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.

##### **Inglese**

To deepen the study of dynamical systems, with more advanced methods, in the context of Lagrangian and Hamiltonian theory.

#### **20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA**

( *FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A* )

##### **Italiano**

Approfondire lo studio dei sistemi dinamici con tecniche e metodi più avanzati nell'ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.

##### **Inglese**

To deepen the study of dynamical systems, with more advanced methods, in the context of Lagrangian and Hamiltonian theory.

#### **20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA**

( *FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B* )

##### **Italiano**

Approfondire lo studio dei sistemi dinamici con tecniche e metodi più avanzati nell'ambito del formalismo lagrangiano e hamiltoniano.

##### **Inglese**

To deepen the study of dynamical systems, with more advanced methods, in the context of Lagrangian and Hamiltonian theory.

#### **20410470 - FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA**

##### **Italiano**

Applicare metodi e strumenti della fisica matematica ad alcune classi di modelli di sistemi dinamici e di meccanica statistica, attraverso sia lezioni teoriche che numerose esercitazioni pratiche svolte nel laboratorio informatico.

##### **Inglese**

To apply methods and tools of mathematical physics to some classes of models of dynamical systems and statistical mechanics, through both theoretical lectures and numerous practical exercises carried out in the computer lab.

#### **20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA**

##### **Italiano**

Apprendere tecniche statistiche e di laboratorio per la preparazione di esperienze didattiche di laboratorio di fisica.

##### **Inglese**

Learn statistical and laboratory techniques for the preparation of didactic physics experiments.

#### 20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA

##### Italiano

Fornire una conoscenza basilare della meccanica quantistica, discutendo le principali evidenze sperimentali e le conseguenti interpretazioni teoriche che hanno condotto alla crisi della fisica classica, e illustrandone i principi fondamentali: concetto di probabilità, dualismo onda-particella, principio di indeterminazione. Viene quindi descritta la dinamica quantistica, l'equazione di Schroedinger e la sua risoluzione per alcuni sistemi fisici rilevanti.

##### Inglese

Provide a basic knowledge of quantum mechanics, discussing the main experimental evidence and the resulting theoretical interpretations that led to the crisis of classical physics, and illustrating its basic principles: notion of probability, wave-particle duality, indetermination principle. Quantum dynamics, the Schroedinger equation and its solution for some relevant physical systems are then described.

#### 20410437 - FS430- TEORIA DELLA RELATIVITÀ

##### Italiano

Rendere lo studente familiare con i presupposti concettuali della teoria della relatività generale, sia come teoria geometrica dello spazio-tempo sia sottolineando analogie e differenze con le teorie di campo basate su simmetrie locali che descrivono le interazioni tra particelle elementari. Illustrare gli elementi essenziali di geometria differenziale necessari a formalizzare i concetti proposti. Introdurre lo studente ad estensioni della teoria di interesse per la ricerca teorica attuale.

##### Inglese

Make the student familiar with the theoretical underpinnings of General Relativity, both as a geometric theory of space-time and by stressing analogies and differences with the field theories based on local symmetries that describe the interactions among elementary particles. Illustrate the basic elements of differential geometry needed to correctly frame the various concepts. Introduce the student to extensions of the theory of interest for current research.

#### 20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI

##### Italiano

Far acquisire allo studente le conoscenze di base su come è articolata la costruzione di un esperimento di fisica nucleare in funzione della raccolta dei dati dal rivelatore, del controllo delle apparecchiature e dell'esperimento, del monitoraggio del buon funzionamento argomenti dell'apparato e della qualità dei dati acquisiti.

##### Inglese

The lectures and laboratories allow the student to learn the basic concepts pinpointing the data acquisition of a high energy physics experiment with specific regard to the data collection, control of the experiment and monitoring.

#### 20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA

##### Italiano

Acquisire la conoscenza dei principi fondamentali della meccanica statistica per sistemi classici e quantistici.

##### Inglese

Gain knowledge of fundamental principles of statistical mechanics for classical and quantum systems.

#### 20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA

##### Italiano

Far acquisire allo studente le competenze necessarie per esercitare un insegnamento efficace della Fisica nella scuola secondaria superiore con particolare attenzione: a) alla conoscenza della letteratura di ricerca sulla didattica in fisica, al sistema educativo italiano e alla normativa scolastica; b) alla progettazione di percorsi didattici culturalmente significativi per l'insegnamento della fisica; c) alla produzione di materiali per la misura e la verifica degli apprendimenti attraverso l'esercizio della valutazione formativa; d) al ruolo del "laboratorio" da intendersi come una modalità di lavoro che coinvolge gli studenti in modo attivo e partecipato, che incoraggia alla sperimentazione e alla progettualità.

##### Inglese

The objectives of the course are to enable the students to acquire the necessary skills to practice an affective teaching

of Physics in the secondary school, with particular attention to: a) knowledge of literature research on Physics teaching; the Italian educational system and school regulations; b) the design of culturally significant educational paths for Physics teaching; c) the production of materials for the measurement and verification of learning through the exercise of formative evaluation; d) the role of the "laboratory" as a way of working that involves students in an active and participated way, which encourages experimentation and planning.

#### **20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA**

##### **Italiano**

Fornire allo studente una prima visione di alcuni fra gli argomenti fondamentali dell'Astrofisica e della Cosmologia utilizzando le conoscenze matematiche e fisiche acquisite nel primo biennio.

##### **Inglese**

Provide the student with a first view of some of the fundamental topics of Astrophysics and Cosmology using the mathematical and physical knowledge acquired in the first two years

#### **20410569 - FS480 - RETI NEURALI**

##### **Italiano**

Conoscenza dei modelli principali di attività nervosa, dal singolo neurone a reti di neuroni, con particolare enfasi sul ruolo del rumore

##### **Inglese**

Knowledge of the main models of nervous activity, from the single neuron to networks of neurons, with particular emphasis on the role of noise

#### **20410570 - FS490 - EDUCATIONAL & OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA**

##### **Italiano**

Fornire allo studente i concetti di base della comunicazione, come le tecniche per parlare in pubblico e per la preparazione di materiali di presentazione e di testi di comunicazione scientifica. Far acquisire competenze sulla progettazione e realizzazione di prodotti di comunicazione (immagini, audio, video) e sul Communication Plan (piano per organizzare la comunicazione di un evento o progetto scientifico).

##### **Inglese**

To provide the student with the basic concepts of communication, such as techniques for public speaking and for the preparation of presentation materials and scientific communication texts. To acquire skills on the design and implementation of communication products (images, audio, video) and on the Communication Plan (plan to organize the communication of an event or scientific project).

#### **20410429 - FS510 - METODO MONTECARLO**

##### **Italiano**

Acquisire gli elementi di base per la trattazione di problemi matematici e fisici tramite metodi statistici che utilizzano numeri random.

##### **Inglese**

Acquire the basic elements for dealing with mathematics and physics problems using statistical methods based on random numbers.

#### **20410571 - FS520 - RETI COMPLESSE**

##### **Italiano**

Il corso introduce le studentesse e gli studenti all'affascinante mondo delle reti complesse, sia dal punto di vista teorico che da quello computazionale tramite esempi pratici. Le reti con proprietà topologiche complesse sono un giovane campo di ricerca che si sta sviluppando molto rapidamente e che trova applicazione in molte discipline tra le quali troviamo quelle sociali, l'economia e la biologia. Nella prima parte del corso si studiano i modelli più diffusi di reti e le loro caratteristiche topologiche. Nella seconda parte si analizza la dinamica delle reti con esempi, quali l'evoluzione di specifiche reti complesse.

##### **Inglese**

This course introduces students to the fascinating network science, both from a theoretical and a computational point

of view through practical examples. Networks with complex topological properties are a new discipline rapidly expanding due to its multidisciplinary nature: it has found in fact applications in many fields, including finance, social sciences and biology. The first part of the course is devoted to the characterization of the topological structure of complex networks and to the study of the most used network models. The second part is focused on growth and dynamical processes in these systems and to the study of specific networks of this kind.

#### 20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE

##### Italiano

Topologia: classificazione topologica di curve e superfici. Geometria differenziale: studio della geometria di curve e superfici in  $R^3$  per fornire esempi concreti e facilmente calcolabili sul concetto di curvatura in geometria. I metodi usati pongono la geometria in relazione con il calcolo di più variabili, l'algebra lineare e la topologia, fornendo allo studente una visione ampia di alcuni aspetti della matematica.

##### Inglese

Topology: topological classification of curves and surfaces. Differential geometry: study of the geometry of curves and surfaces in  $R^3$  to provide concrete and easily calculable examples on the concept of curvature in geometry. The methods used place the geometry in relation to calculus of several variables, linear algebra and topology, providing the student with a broad view of some aspects of mathematics.

#### 20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1

##### Italiano

Introdurre allo studio di topologia e geometria definite attraverso strumenti algebrici. Raffinamento di conoscenze dell'algebra attraverso applicazioni allo studio delle varietà algebriche in spazi affini e proiettivi.

##### Inglese

Introduce to the study of topology and geometry defined through algebraic tools. Refine the concepts in algebra through applications to the study of algebraic varieties in affine and projective spaces.

#### 20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA

##### Italiano

Fornire strumenti e metodi della topologia algebrica, tra cui la coomologia, l'omologia e l'omologia persistente. Comprendere le applicazioni di queste teorie all'analisi dei dati (Topological Data Analysis).

##### Inglese

To explain ideas and methods of algebraic topology, among which co-homology, homology and persistent homology. To understand the application of these theories to data analysis (Topological Data Analysis).

#### 20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI

##### Italiano

Fornire strumenti e metodi della teoria dei grafi.

##### Inglese

Provide tools and methods for graph theory.

#### 20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN

##### Italiano

Acquisire una conoscenza sufficientemente ampia degli aspetti topologici, analitici e geometrici della teoria delle superfici di Riemann.

##### Inglese

Acquire a sufficiently broad knowledge of the topological, analytical and geometric aspects of the theory of Riemann surfaces.

#### 20410462 - GE510 - GEOMETRIA ALGEBRICA 2

##### Italiano

Introdurre allo studio della geometria algebrica con particolare riferimento ai fasci, schemi e coomologia.

### Inglese

Introduce to the study of algebraic geometry, with particular emphasis on beams, schemes and cohomology.

#### **20410524 - GE520 - GEOMETRIA SUPERIORE**

### Italiano

Acquisire competenze aggiornate e avanzate su argomenti scelti nell'ambito delle tematiche di ricerca della geometria contemporanea

### Inglese

Acquire up-to-date and advanced skills on topics chosen within the research themes of contemporary geometry

#### **20410557 - GE530 - ALGEBRA LINEARE PER IL MACHINE LEARNING**

### Italiano

Illustrare alcuni dei fondamenti matematici che sono alla base del Machine Learning, e in particolare l'algebra lineare e le sue applicazioni per il Deep Learning.

### Inglese

Linear algebra concepts are key for understanding and creating machine learning algorithms, especially as applied to deep learning and neural networks. This course reviews linear algebra with applications to probability and statistics and optimization—and above all a full explanation of deep learning.

#### **20410450 - GL410-ELEMENTI DI GEOLOGIA I**

### Italiano

Il corso si prefigge di fornire una visione complessiva del Pianeta Terra, introducendo le basi per la comprensione dei principali aspetti geologici che lo caratterizzano. Si affrontano le interazioni tra processi endogeni ed esogeni e di come questi processi influenzino le forme del paesaggio. Il corso si propone, inoltre, l'obiettivo di fornire gli strumenti per acquisire le conoscenze sul Sistema Solare e sui suoi pianeti, definendo il pianeta Terra come sistema integrato ed evidenziandone il suo ruolo all'interno del Sistema Solare. Durante le esercitazioni e le escursioni didattiche gli studenti saranno stimolati a comprendere i diversi aspetti del territorio italiano, con particolare riguardo al suo valore ambientale.

### Inglese

The course aims to provide an overview of the planet Earth, introducing the basis for understanding the main geological aspects that characterize our planet. The course will also deal with the interactions between endogenous and exogenous processes in order to understand how these processes influence the shapes of the landscape. Moreover, the course aims to provide the tools to acquire knowledge about the Solar System and its planets, defining the planet Earth as an integrated system and highlighting its role within the Solar System. During the didactical laboratories and field excursions students will learn to understand the different aspects of Italian territory, with particular regard to its environmental value e fragility.

#### **20410454 - GL420-ELEMENTI DI GEOLOGIA II**

### Italiano

Attraverso una visione complessiva del Pianeta Terra, il corso si prefigge di fornire un'adeguata padronanza dei contenuti scientifici propri delle Scienze della Terra. Il corso affronta gli aspetti moderni delle Scienze della Terra, inquadrando i fenomeni geologici nel quadro delle più moderne teorie e illustrando la pericolosità e i rischi associati a fenomeni naturali quali, per esempio, i fenomeni sismici e vulcanici, anche con riferimento alla geologia del territorio italiano. Il corso, inoltre, si propone di fornire le basi per la comprensione del ciclo delle rocce, dei loro processi genetici e degli ambienti di formazione attraverso esperienze di laboratorio e di terreno. Durante le esercitazioni e le escursioni didattiche gli studenti saranno stimolati a comprendere i diversi aspetti del territorio italiano, con particolare riguardo al suo valore ambientale.

### Inglese

The course aims to provide an adequate overview of the scientific contents of Earth Sciences. The course deals with the modern aspects of Earth Sciences, framing geological phenomena in the framework of the most modern theories and illustrating the hazards and risks associated with natural phenomena such as, for example, seismic and volcanic phenomena, also referring to the geology of the Italian territory. The course also aims to provide the basis for understanding the rocks cycle and their rocks genetic processes through laboratory and field experiences. During the didactical laboratories and field excursions students will learn to understand the different aspects of Italian territory, with

particular regard to its environmental value e fragility.

#### **20410560 - IN400 - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON E MATLAB**

##### **Italiano**

Acquisire competenze per l'implementazione al calcolatore di programmi ad alto livello nei linguaggi interpretati Python e MATLAB. Conoscere i costrutti fondamentali di Python e MATLAB e la loro applicazione a casi d'uso legati al calcolo scientifico e all'elaborazione dei dati.

##### **Inglese**

Acquire the ability to implement high-level programs in the interpreted languages Python and MATLAB. Understand the main constructs used in Python and MATLAB and their application to scientific computing and data processing scenarios.

#### **20410560 - IN400 - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON E MATLAB**

*( MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON )*

##### **Italiano**

Acquisire competenze per l'implementazione al calcolatore di programmi ad alto livello nel linguaggio interpretato Python. Conoscere i costrutti fondamentali di Python e la sua applicazione a casi d'uso legati al calcolo scientifico e all'elaborazione dei dati.

##### **Inglese**

Acquire the ability to implement high-level programs in the interpreted language Python . Understand the main constructs used in Python and its application to scientific computing and data processing scenarios.

#### **20410560 - IN400 - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON E MATLAB**

*( MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB )*

##### **Italiano**

Acquisire competenze per l'implementazione al calcolatore di programmi ad alto livello nel linguaggio interpretato MATLAB. Conoscere i costrutti fondamentali di MATLAB e la sua applicazione a casi d'uso legati al calcolo scientifico e all'elaborazione dei dati.

##### **Inglese**

Acquire the ability to implement high-level programs in the interpreted language MATLAB. Understand the main constructs used in MATLAB and its application to scientific computing and data processing scenarios.

#### **20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ**

##### **Italiano**

Approfondire gli aspetti matematici del concetto di computazione, lo studio delle relazioni tra diversi modelli di calcolo e la complessità computazionale.

##### **Inglese**

Improve the understanding of the mathematical aspects of the notion of computation, and study the relationships between different computational models and the computational complexity.

#### **20410442 - IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE**

##### **Italiano**

Introdurre questioni fondamentali della teoria della trasmissione dei segnali e nella loro analisi quantitativa. Concetto di entropia e di mutua informazione. Mostrare la struttura algebrica soggiacente. Applicare i concetti fondamentali alla teoria dei codici, alla compressione dei dati e alla crittografia.

##### **Inglese**

Introduce key questions in the theory of signal transmission and quantitative analysis of signals, such as the notions of entropy and mutual information. Show the underlying algebraic structure. Apply the fundamental concepts to code theory, data compression and cryptography.

#### **20410422 - IN430 - TECNICHE INFORMATICHE AVANZATE**

##### **Italiano**

Acquisire le capacità concettuali di strutturare un problema secondo il paradigma ad oggetti. Acquisire la capacità di produrre il disegno di soluzioni algoritmiche basate sul paradigma ad oggetti. Acquisire i concetti di base relativi a tecniche di programmazione basate sul paradigma ad oggetti. Introdurre i concetti fondamentali di programmazione parallela e concorrente.

### **Inglese**

Acquire the conceptual skills in structuring problems according to the object-oriented programming paradigm. Acquire the ability to design algorithmic solutions based on the object-oriented paradigm. Acquire the basic concepts related to programming techniques based on the object-oriented paradigm. Introduce the fundamental notions of parallel and concurrent programming.

## **20410423 - IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA**

### **Italiano**

Acquisire competenze sulle principali tecniche di risoluzione per problemi di ottimizzazione combinatoria; approfondire le competenze sulla teoria dei grafi; acquisire competenze tecniche avanzate per la progettazione, l'analisi e l'implementazione al calcolatore di algoritmi per la risoluzione di problemi di ottimizzazione su grafi, alberi e reti di flusso.

### **Inglese**

Acquire skills on key solution techniques for combinatorial optimization problems; improve the skills on graph theory; acquire advanced technical skills for designing, analyzing and implementing algorithms aimed to solve optimization problems on graphs, trees and flow networks.

## **20410424 - IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA**

### **Italiano**

Acquisire la conoscenza dei principali algoritmi di cifratura. Approfondire le competenze matematiche necessarie alla descrizione degli algoritmi. Acquisire le tecniche di crittoanalisi utilizzate nella valutazione del livello di sicurezza fornito dai sistemi di cifratura.

### **Inglese**

Acquire the knowledge of the main encryption algorithms. Deepen the mathematical skills necessary for the description of the algorithms. Acquire the cryptanalysis techniques used in the assessment of the security level provided by the encryption systems.

## **20410568 - IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA**

### **Italiano**

Acquisire la conoscenza di base dei sistemi biologici e dei problemi legati alla loro comprensione anche in relazione a deviazioni dal normale funzionamento e quindi all'insorgenza di patologie. Curare l'aspetto modellistico come pure quello della simulazione numerica, soprattutto di problemi formulati mediante equazioni e sistemi discreti. Acquisire la conoscenza dei principali algoritmi bio-informatici utili ad analizzare dati biologici.

### **Inglese**

Acquire the basic knowledge of biological systems and problems related to their understanding also in relation to deviations from normal functioning and thus on the onset of pathologies. Maintain the modeling aspect as well as that of numerical simulation, especially problems formulated by equations and discrete systems. Acquire the knowledge of the major bio-informatics algorithms useful for analyzing biological data.

## **20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO**

### **Italiano**

Acquisire le tecniche di programmazione parallela e distribuita, e la conoscenza delle moderne architetture hardware e software per il calcolo scientifico ad alte prestazioni. Introdurre i metodi iterativi distribuiti per la simulazione di problemi numerici. Acquisire la conoscenza dei linguaggi di nuova concezione per la programmazione dinamica nel calcolo scientifico, quali il linguaggio Julia.

### **Inglese**

Acquire techniques in parallel and distributed programming, and the knowledge of modern hardware and software architectures for high-performance scientific computing. Learn distributed iterative methods for simulating numerical problems. Acquire the knowledge of the newly developed languages for dynamic programming in scientific computing, such as the Julia language.



## 20410427 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

### Italiano

Presentare i principali concetti della teoria dei linguaggi formali e la loro applicazione alla classificazione dei linguaggi di programmazione. Introdurre le principali tecniche per l'analisi sintattica dei linguaggi di programmazione. Imparare a riconoscere la struttura di un linguaggio di programmazione e le tecniche per implementarne la macchina astratta. Conoscere il paradigma orientato agli oggetti e un altro paradigma non imperativo.

### Inglese

Introduce the main concepts of formal language theory and their application to the classification of programming languages. Introduce the main techniques for the syntactic analysis of programming languages. Learn to recognize the structure of a programming language and the techniques to implement its abstract machine. Study the object-oriented paradigm and another non-imperative paradigm.

## 20410464 - IN530 - SISTEMI PER L'ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI

### Italiano

Introdurre i concetti fondamentali della sicurezza e la capacità di poter autonomamente aggiornare le proprie conoscenze nel dominio sicurezza dei dati e delle reti. Fornire i concetti di base per la comprensione e la valutazione di soluzioni di sicurezza. Fornire le conoscenze per poter produrre soluzioni di sicurezza per sistemi di piccole/medie dimensioni.

### Inglese

Introduce the basic concepts of security and then show how to acquire autonomy in updating the understanding in the data and networks security domain. Provide the basic concepts for understanding and evaluating a security solution. Provide the basic knowledge to produce security solutions for small/medium-sized system.

## 20410431 - IN540 - TOPOLOGIA COMPUTAZIONALE

### Italiano

Introdurre lo studio della topologia computazionale, e in particolare i concetti, le rappresentazioni e gli algoritmi per strutture topologiche e geometriche di supporto alla modellazione geometrica, alla costruzione di mesh per simulazioni, e alla visualizzazione scientifica. Acquisire le tecniche per l'implementazione parallela nella rappresentazione e nella elaborazione di grafi e complessi di enormi dimensioni. Applicazione delle matrici sparse, per la codifica di algoritmi su grafi e complessi con metodi di algebra lineare.

### Inglese

Introduce the study of computational topology and in particular the concepts, representations and algorithms for topological and geometric structures to support geometric modeling, construction of simulations meshes, and scientific visualization. Acquire techniques for parallel implementation in the representation and processing of large-sized graphs and complexes. Application of sparse matrices, for the implementation of algorithms on graphs and complexes with linear algebraic methods.

## 20410432 - IN550 - MACHINE LEARNING

### Italiano

Apprendere a istruire un calcolatore a imparare dei concetti usando i dati, senza essere programmato esplicitamente. Acquisire la conoscenza dei principali metodi di apprendimento automatico con o senza supervisore e discuterne le proprietà e i criteri di applicabilità. Acquisire la capacità di formulare correttamente il problema, scegliere l'algoritmo opportuno, e condurre l'analisi sperimentale per valutare i risultati ottenuti. Curare l'aspetto pratico dell'implementazione dei metodi introdotti presentando diversi esempi di impiego in diversi scenari applicativi.

### Inglese

Learn to instruct a computer to acquire concepts using data, without being explicitly programmed. Acquire knowledge of the main methods of supervised and non-supervised machine learning, and discuss the properties and criteria of applicability. Acquire the ability to formulate correctly the problem, to choose the appropriate algorithm, and to perform the experimental analysis in order to evaluate the results obtained. Take care of the practical aspect of the implementation of the introduced methods by presenting different examples of use in different application scenarios.

## 20410451 - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1

### Italiano



Acquisire buona conoscenza dei principi della logica classica del primo ordine e del calcolo dei sequenti per essa, nonché, dei principali risultati che la concernono.

### Inglese

To acquire a good knowledge of first order classical logic and its fundamental theorems.

#### **20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1**

( LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A )

### Italiano

Acquisire buona conoscenza dei principi della logica classica del primo ordine e del calcolo dei sequenti per essa, nonché, dei principali risultati che la concernono.

### Inglese

To acquire a good knowledge of first order classical logic and its fundamental theorems.

#### **20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1**

( LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B )

### Italiano

Acquisire buona conoscenza dei principi della logica classica del primo ordine e del calcolo dei sequenti per essa, nonché, dei principali risultati che la concernono.

### Inglese

To acquire a good knowledge of first order classical logic and its fundamental theorems.

#### **20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2**

### Italiano

Approfondire la conoscenza dei principali risultati della logica classica del primo ordine e studiare alcune loro conseguenze notevoli.

### Inglese

To support the students into an in-depth analysis of the main results of first order classical logic and to study some of their remarkable consequences.

#### **20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2**

### Italiano

Acquisire le nozioni di base della teoria assiomatica degli insiemi di Zermelo-Fraenkel e prendere conoscenza delle questioni connesse a tale teoria.

### Inglese

To acquire the basic notions of Zermelo-Fraenkel's axiomatic set theory and present some problems related to that theory.

#### **20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE**

### Italiano

Presentare un certo numero di problemi-tipo, di interesse applicativo in varie aree scientifiche e tecnologiche. Curare l'aspetto modellistico come pure quello della simulazione numerica, soprattutto di problemi formulati mediante equazioni e sistemi di equazioni alle derivate parziali.

### Inglese

Present a number of problems, of interest for application in various scientific and technological areas. Deal with the modeling aspects as well as those of numerical simulation, especially for problems formulated in terms of partial differential equations.

#### **20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI**

### Italiano

1. Basi concettuali della matematica: concetti primitivi in aritmetica, geometria, probabilità; l'idea di dimostrazione; matematica, filosofia e saperi scientifici. 2. Il discreto e il continuo. La geometria euclidea, i numeri naturali, la retta reale. Nodi concettuali, epistemologici, linguistici e didattici dell'insegnamento e dell'apprendimento della matematica. 3. La matematica nella cultura: il ruolo sociale ed economico della matematica, la matematica nell'educazione, la comunità matematica internazionale. 4. Progettazione e sviluppo di metodologie di insegnamento della matematica volti alla costruzione di un curriculum di matematica per i licei e per gli istituti tecnici e professionali.

### Inglese

1. Conceptual basis of mathematics: first principles in arithmetic, geometry, probability; the idea of proof; mathematics, philosophy and scientific knowledge. 2. Discrete and continuous. Euclidean geometry, natural numbers, the real line. Conceptual, epistemological, linguistic and didactic nodes of teaching and learning mathematics. 3. Mathematics in culture: social and economic role of mathematics, mathematics in education, the international mathematical community. 4. Planning and developing methodologies for teaching mathematics, with the aim of building a curriculum in mathematics for high schools and technical and trade schools.

#### 20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA

### Italiano

1. Analisi critica dell'evoluzione delle idee e delle metodologie nella didattica della matematica, con particolare riguardo al ruolo dell'insegnante. 2. Il curriculum di matematica nella scuola dell'obbligo e nei vari indirizzi delle scuole secondarie (licei, istituti tecnici e istituti professionali) in un quadro internazionale. 3. Progettazione didattica e metodologie di insegnamento della matematica: programmazione e ritmo, principi e metodi per la costruzione di attività, conduzione della classe. 4. La risoluzione dei problemi. Logica, intuizione e storia nella didattica della matematica.

### Inglese

1. Critical analysis of the evolution of ideas and methodologies in teaching mathematics, with particular emphasis on the role of the teacher. 2. The mathematics curriculum in compulsory schooling and in the various secondary schools (high schools, technical schools and trade schools), in an international context. 3. Didactic planning and methodologies for teaching mathematics: programming and rhythm, principles and methods for the construction of activities, classroom management. 4. Problem solving. Logic, intuition and history in teaching mathematics.

#### 20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA

### Italiano

1. I software per la matematica, con particolare attenzione al loro utilizzo nella didattica della matematica nell'insegnamento scolastico. 2. Analisi delle potenzialità e criticità dell'uso di strumenti tecnologici per l'insegnamento e apprendimento della matematica.

### Inglese

1. Mathematics software, with particular attention to their use for teaching mathematics in school. 2. Analysis of the potential and criticality of the use of technological tools for teaching and learning mathematics.

#### 20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE

### Italiano

Rivisitare, in modo critico e con un approccio unitario, nozioni e risultati importanti della matematica classica (principalmente di aritmetica, geometria, algebra) che occupano un posto centrale nell'insegnamento della matematica nella scuola secondaria. In tal modo, contribuire alla formazione degli insegnanti, anche attraverso la riflessione sugli aspetti storici, didattici e culturali.

### Inglese

Illustrate, using a critical and unitary approach, some interesting and classical results and notions that are central for teaching mathematics in high school (focussing, principally, on arithmetics, geometry and algebra). The aim of the course is also to give a contribution to teachers training through the investigation on historical, didactic and cultural aspects of these topics.

#### 20410438 - MF410 - FINANZA COMPUTAZIONALE

### Italiano

Fornire conoscenza di base sui mercati finanziari, introdurre e analizzare modelli teorici e computazionali per problemi di finanza quantitativa quali l'ottimizzazione del portafoglio, la gestione del rischio e il pricing di derivati. Gli aspetti computazionali sono sviluppati prevalentemente in ambiente Matlab.

### Inglese

Basic knowledge of financial markets, introduction to computational and theoretical models for quantitative finance, portfolio optimization, risk analysis. The computational aspects are mostly developed within the Matlab environment.

#### 20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA

##### Italiano

Acquisire le basi matematiche della teoria della meccanica statistica per sistemi di particelle o spin interagenti, incluso lo studio delle misure di Gibbs e dei fenomeni di transizione di fase; imparare ad applicarle ad alcuni modelli concreti, quali il modello di Ising in dimensione  $d=1,2$  e nell'approssimazione di campo medio.

##### Inglese

To acquire the mathematical basic techniques of statistical mechanics for interacting particle or spin systems, including the study of Gibbs measures and phase transition phenomena, and apply them to some concrete models, such as the Ising model in dimension  $d = 1,2$  and in the mean field approximation.

#### 20410467 - PROVA FINALE

##### Italiano

Prova scritta su argomenti fondamentali della Matematica o discussione di un breve elaborato.

##### Inglese

Written test on fundamental topics of Mathematics or discussion of a brief essay.

#### 20410433 - QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE

##### Italiano

I parte: Corso di letture finalizzato alla preparazione alla tesi di Laurea Magistrale (proposto e seguito dal "candidato relatore" della tesi); II parte: Presentazione di un dattiloscritto da cui estrarre il "capitolo zero" della tesi magistrale (redazione seguita ed approvata dal "candidato relatore" della tesi).

##### Inglese

Part I: Course of readings finalized to the preparation for the Master's Degree thesis (proposed and followed by the "candidate speaker" of the thesis); Part II: Presentation of a typescript from which to extract the "chapter zero" of the master's thesis (editorial followed and approved by the "candidate speaker" of the thesis).

#### 20410555 - ST410-STATISTICA

##### Italiano

Acquisire una buona conoscenza delle metodologie statistiche matematiche di base per problemi di inferenza e modellistica statistica. Sviluppare una conoscenza anche operativa di alcuni specifici pacchetti statistici per l'applicazione pratica degli strumenti teorici acquisiti.

##### Inglese

Introduction to the basics of mathematical statistics and data analysis, including quantitative numerical experiments using suitable statistical software.

#### 20410497 - TFO - TIROCINIO FORMATIVO E DI ORIENTAMENTO

##### Italiano

Tirocinio effettuato sotto la guida di un docente tutore, svolto sia all'interno, presso strutture dell'Università Roma Tre, che all'esterno, e certificato da una relazione di fine tirocinio, sottoscritta e validata da un docente tutore.

##### Inglese

Apprenticeship carried out under the guidance of a tutor teacher, carried out both inside, at facilities of the University Roma Tre, and outside, and certified by a report of end traineeship, signed and validated by a tutor.

#### 20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI

##### Italiano

Acquisire buona conoscenza dei concetti e metodi della teoria elementare dei numeri, con particolare riguardo allo studio delle equazioni diofantee e le equazioni di congruenze. Fornire i prerequisiti per corsi più avanzati della teoria

algebraica e analitica dei numeri.

### **Inglese**

Acquire a good knowledge of the concepts and methods of the elementary number theory, with particular reference to the study of the Diophantine equations and congruence equations. Provide prerequisites for more advanced courses of algebraic and analytical number theory.

#### **20410463 - TN510 - TEORIA DEI NUMERI**

### **Italiano**

Fornire una buona conoscenza dei concetti e metodi della teoria analitica dei numeri, con particolare riguardo alla teoria dei numeri primi e dei numeri primi in progressione aritmetica. Introdurre alla teoria della funzione zeta di Riemann.

### **Inglese**

Provide a good knowledge of concepts and methods of analytical theory of numbers, with particular concern to the theory of prime numbers and prime numbers in arithmetic progression. Introduce to Riemann's zeta function theory.

#### **20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE**

### **Italiano**

Acquisire buona conoscenza del metodo dei polinomi ausiliari e delle sue applicazioni a problemi di irrazionalità, trascendenza e allo studio di equazioni diofantee

### **Inglese**

Acquire good knowledge of the method of auxiliary polynomials and of its applications to problems of irrationality, transcendence and to the study of diophantine equations.

#### **20410376 - UCL-ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE**

### **Italiano**

Approfondire la conoscenza di una tra le seguenti lingue straniere: francese, inglese, spagnolo, tedesco.

### **Inglese**

Deepen the knowledge of one of the following foreign languages: French, English, Spanish, German.

## DIDATTICA EROGATA 2020/2021

### Matematica (LM-40)

Dipartimento: MATEMATICA E FISICA

Codice CdS: 104652

#### INSEGNAMENTI

#### Primo anno

#### Primo semestre

##### 20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

Mutuazioni:

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Fruito da: 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TARTARONE FRANCESCA | 72  |        |
| Fruito da: 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TOLLI FILIPPO       | 72  |        |

##### 20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

Docenti:

| Nominativo              | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|-------------------------|-----|------------------|--------|
| LELLI CHIESA MARGHERITA | 72  | Carico didattico |        |

Mutuazioni:

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Mutuato da: 20410445 AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA in Matematica LM-40 LELLI CHIESA MARGHERITA | 72  |        |

##### 20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE ( - MAT/05 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

Mutuazioni:

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Fruito da: 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 ESPOSITO PIERPAOLO     | 72  |        |
| Fruito da: 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 MASSETTI JESSICA ELISA | 72  |        |

##### 20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO ( - MAT/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

Docenti:

| Nominativo | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|------------|-----|------------------|--------|
| BESSI UGO  | 60  | Carico didattico |        |

Mutuazioni:

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Mutuato da: 20410565 AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO in Matematica LM-40 BESSI UGO | 60  |        |

##### 20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE ( - MAT/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo      | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|-----------------|-----|------------------|--------|
| CHIERCHIA LUIGI | 60  | Carico didattico |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410469 AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE in Matematica LM-40 CHIERCHIA LUIGI | 60  |        |

### 20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1 ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410413 AN410 - ANALISI NUMERICA 1 in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO | 72  |        |

### 20410421 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI ( - MAT/08 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410421 AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO | 60  |        |

### 20410446 - BL410-INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA ( - BIO/13 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410003 Introduzione alla Biologia in Scienze biologiche L-13 NESSUNA CANALIZZAZIONE                      | 48  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20410003 Introduzione alla Biologia in Scienze biologiche L-13 NESSUNA CANALIZZAZIONE<br>ANGELINI RICCARDO | 48  |        |

### 20410439 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA ( - CHIM/03 - 6 CFU - 52 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20401116 ELEMENTI DI CHIMICA in Fisica L-30 N0 IUCCI GIOVANNA | 52  |        |

### 20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ ( - MAT/06 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Modellistico-applicativo

**Docenti:**

| Nominativo            | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|-----------------------|-----|------------------|--------|
| CANDELLERO ELISABETTA | 72  | Carico didattico |        |

### 20410441 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI ( - MAT/06 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410441 CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI in Scienze Computazionali LM-40<br>MARTINELLI FABIO | 60  |        |

### 20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI ( - MAT/06 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo                     | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|--------------------------------|-----|------------------|--------|
| DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE | 60  | Carico didattico |        |

**20410415 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410415 CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA in Scienze Computazionali LM-40 MEROLA FRANCESCA | 72  |        |

**20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA ( - FIS/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 LUBICZ VITTORIO   | 60  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 TARANTINO CECILIA | 60  |        |

**20410569 - FS480 - RETI NEURALI ( - FIS/02 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410517 Reti Neurali in Fisica LM-17 Del Giudice Paolo | 48  |        |

**20410570 - FS490 - EDUCATIONAL & OUTREACH - COMUNICAZIONE DELLA SCIENZA ( - FIS/08 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410096 Educational & Outreach - La comunicazione della scienza in Fisica LM-17 1                 | 48  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20410096 Educational & Outreach - La comunicazione della scienza in Fisica LM-17 1 BERNIERI ENRICO | 48  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20410096 Educational & Outreach - La comunicazione della scienza in Fisica LM-17 1 GIACOMINI Livia | 48  |        |

**20410429 - FS510 - METODO MONTECARLO ( - FIS/01 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410429 FS510 - METODO MONTECARLO in Scienze Computazionali LM-40 BUSSINO SEVERINO ANGELO MARIA | 60  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410429 FS510 - METODO MONTECARLO in Scienze Computazionali LM-40 FRANCESCHINI ROBERTO          | 60  |        |

**20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20402087 GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 PONTECORVO MASSIMILIANO | 72  |        |

**20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1 ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Docenti:**

| Nominativo   | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|--------------|-----|------------------|--------|
| LOPEZ ANGELO | 72  | Carico didattico |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410449 GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1 in Matematica LM-40 LOPEZ ANGELO | 72  |        |

**20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN ( - MAT/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Docenti:**

| Nominativo       | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|------------------|-----|------------------|--------|
| VERRA ALESSANDRO | 60  | Carico didattico |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410567 GE470-SUPERFICI DI RIEMANN in Matematica LM-40 VERRA ALESSANDRO | 60  |        |

**20410450 - GL410-ELEMENTI DI GEOLOGIA I ( - GEO/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410384 ELEMENTI DI GEOLOGIA I in Geologia del Territorio e delle Risorse LM-74 CIFELLI FRANCESCA | 48  |        |

**20410560 - MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON ( - INF/01 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410560-1 MODULO A - PROGRAMMAZIONE IN PYTHON in Scienze Computazionali LM-40 | 30  |        |

**20410560 - MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB ( - INF/01 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410560-2 MODULO B - PROGRAMMAZIONE IN MATLAB in Scienze Computazionali LM-40 CACACE SIMONE | 30  |        |

**20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ ( - MAT/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410417 IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ in Scienze Computazionali LM-40 PEDICINI MARCO | 72  |        |

**20410568 - IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA ( - INF/01 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410568 IN470 - METODI COMPUTAZIONALI PER LA BIOLOGIA in Scienze Computazionali LM-40 | 60  |        |



| Dettaglio           | Ore | Canale |
|---------------------|-----|--------|
| CASTIGLIONE Filippo |     |        |

**20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20810157 CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Ingegneria informatica LM-32 PAOLUZZI ALBERTO | 72  |        |

**20410427 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410427 IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE in Scienze Computazionali LM-40 LOMBARDI FLAVIO | 72  |        |

**20410432 - IN550 - MACHINE LEARNING ( - INF/01 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410432 IN550 - MACHINE LEARNING in Scienze Computazionali LM-40 BONIFACI VINCENZO | 60  |        |

**20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A ( - MAT/01 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Docenti:**

| Nominativo               | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|--------------------------|-----|------------------|--------|
| TORTORA DE FALCO LORENZO | 36  | Carico didattico |        |
| Da assegnare             | 12  | Bando            |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410451-1 LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A in Matematica LM-40                          | 48  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410451-1 LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A in Matematica LM-40 TORTORA DE FALCO LORENZO | 48  |        |

**20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B ( - MAT/01 - 3 CFU - 24 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Docenti:**

| Nominativo               | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|--------------------------|-----|------------------|--------|
| TORTORA DE FALCO LORENZO | 24  | Carico didattico |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410451-2 LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B in Matematica LM-40 TORTORA DE FALCO LORENZO | 24  |        |

**20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI ( - MAT/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410343 MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI in Matematica L-35 BRUNO ANDREA | 72  |        |

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410343 MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI in Matematica L-35 SUPINO PAOLA | 72  |        |

### 20410433 - QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE ( - MAT/07 - 6 CFU - 10 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410433 QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO | 10  |        |

### 20410555 - ST410-STATISTICA ( - MAT/06 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410555 ST410-STATISTICA in Scienze Computazionali LM-40 DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE | 60  |        |

## Secondo semestre

### 20410593 - AC310-ANALISI COMPLESSA ( - MAT/05 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410334 AC310-ANALISI COMPLESSA in Matematica L-35 BESSI UGO | 72  |        |

### 20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI ( - MAT/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo    | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|---------------|-----|------------------|--------|
| Da assegnare  | 30  | Bando            |        |
| HAUS EMANUELE | 30  | Carico didattico |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410518 AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI in Matematica LM-40               | 60  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410518 AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI in Matematica LM-40 HAUS EMANUELE | 60  |        |

### 20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE ( - MAT/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo     | Ore | Tipo incarico                      | Canale |
|----------------|-----|------------------------------------|--------|
| BATTAGLIA LUCA | 24  | Affidamento di incarico retribuito |        |
| BATTAGLIA LUCA | 24  | Carico didattico                   |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410460 AM450 - ANALISI FUNZIONALE in Matematica LM-40 BATTAGLIA LUCA | 60  |        |

**20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2** ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40               | 72  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40 CACACE SIMONE | 72  |        |

**20410428 - CR510 – CRITTOSISTEMI ELLITTICI** ( - MAT/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410428 CR510 – CRITTOSISTEMI ELLITTICI in Scienze Computazionali LM-40 PAPPALARDI FRANCESCO | 60  |        |

**20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA** ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410342 FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA in Matematica L-35 CORSI LIVIA              | 72  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20410342 FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA in Matematica L-35 PELLEGRINOTTI ALESSANDRO | 72  |        |

**20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A** ( - MAT/07 - 3 CFU - 30 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410084 COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - MOD A in Fisica L-30 GENTILE GUIDO | 30  |        |

**20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B** ( - MAT/07 - 3 CFU - 30 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410085 COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - MOD. B in Fisica L-30 GENTILE GUIDO | 30  |        |

**20410470 - FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA** ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410470 FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA in Scienze Computazionali LM-40                     | 72  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410470 FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA in Scienze Computazionali LM-40 SCOPPOLA ELISABETTA | 72  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410470 FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO      | 72  |        |

**20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA** ( - FIS/08 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo       | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|------------------|-----|------------------|--------|
| DI NARDO ROBERTO | 40  | Carico didattico |        |
| Da assegnare     | 20  | Bando            |        |

**20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI ( - FIS/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Frutto da:</b> 20401070 ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI in Fisica LM-17 N0 Ruggeri Federico | 60  |        |

**20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA ( - FIS/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Frutto da:</b> 20401806 ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA in Fisica L-30 N0 RAIMONDI ROBERTO | 60  |        |

**20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA ( - FIS/08 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Frutto da:</b> 20410502 DIDATTICA DELLA FISICA in Fisica LM-17 | 48  |        |

**20410566 - FS470 - PRINCIPI DI ASTROFISICA ( - FIS/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Frutto da:</b> 20410499 Principi di Astrofisica in Fisica L-30 LA FRANCA FABIO | 60  |        |
| <b>Frutto da:</b> 20410499 Principi di Astrofisica in Fisica L-30 MATT GIORGIO    | 60  |        |

**20410571 - FS520 – RETI COMPLESSE ( - FIS/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410571 FS520 – RETI COMPLESSE in Scienze Computazionali LM-40 CAMISASCA GAIA | 60  |        |

**20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA ( - MAT/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Docenti:**

| Nominativo   | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|--------------|-----|------------------|--------|
| BRUNO ANDREA | 60  | Carico didattico |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410465 GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA in Matematica LM-40 BRUNO ANDREA | 60  |        |

**20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI ( - MAT/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410425 GE460 - TEORIA DEI GRAFI in Scienze Computazionali LM-40 MASCARENHAS MELO ANA MARGARIDA | 60  |        |

**20410462 - GE510 - GEOMETRIA ALGEBRICA 2 ( - MAT/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo     | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|----------------|-----|------------------|--------|
| CAPORASO LUCIA | 60  | Carico didattico |        |

**20410557 - GE530 - ALGEBRA LINEARE PER IL MACHINE LEARNING ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410557 GE530 - ALGEBRA LINEARE PER IL MACHINE LEARNING in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO | 72  |        |

**20410454 - GL420-ELEMENTI DI GEOLOGIA II ( - GEO/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410328 ELEMENTI DI GEOLOGIA II in Geologia del Territorio e delle Risorse LM-74 CIFELLI FRANCESCA | 48  |        |

**20410442 - IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410442 IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE in Scienze Computazionali LM-40 BONIFACI VINCENZO | 72  |        |

**20410423 - IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410423 IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA in Scienze Computazionali LM-40 LIVERANI MARCO | 72  |        |

**20410424 - IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA ( - INF/01 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410424 IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA in Scienze Computazionali LM-40 PEDICINI MARCO | 60  |        |

**20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA ( - M-FIL/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo           | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|----------------------|-----|------------------|--------|
| ABRUSCI VITO MICHELE | 60  | Carico didattico |        |

**20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2 ( - MAT/01 - 6 CFU - 36 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20710122 TEOREMI SULLA LOGICA, 2 in Scienze filosofiche LM-78 TORTORA DE FALCO LORENZO | 36  |        |

**20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2** ( - MAT/01 - 6 CFU - 36 ore - ITA )

*Curricula:* Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20710092 TEORIE LOGICHE 2 - LM in Scienze filosofiche LM-78 TORTORA DE FALCO LORENZO | 36  |        |

**20410529 - LM510 - TEORIE LOGICHE 1** ( - MAT/01 - 6 CFU - 36 ore - ITA )

*Curricula:* Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20710091 TEORIE LOGICHE 1 - LM in Scienze filosofiche LM-78 MAIELI ROBERTO | 36  |        |

**20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE** ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula:* Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40                  | 72  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO | 72  |        |

**20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA** ( - MAT/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula:* Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo             | Ore | Tipo incarico                      | Canale |
|------------------------|-----|------------------------------------|--------|
| MILLAN GASCA ANA MARIA | 60  | Affidamento di incarico retribuito |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410456 MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA in Matematica LM-40 MILLAN GASCA ANA MARIA | 60  |        |

**20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA** ( - MAT/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula:* Didattico

**Docenti:**

| Nominativo        | Ore | Tipo incarico                      | Canale |
|-------------------|-----|------------------------------------|--------|
| FALCOLINI CORRADO | 60  | Affidamento di incarico retribuito |        |

**20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE** ( - MAT/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula:* Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Docenti:**

| Nominativo          | Ore | Tipo incarico    | Canale |
|---------------------|-----|------------------|--------|
| TARTARONE FRANCESCA | 60  | Carico didattico |        |

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410452 ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE in Matematica LM-40 TARTARONE FRANCESCA | 60  |        |

**20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410419 MS410-MECCANICA STATISTICA in Scienze Computazionali LM-40 GIULIANI ALESSANDRO | 72  |        |

**20410433 - QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE ( - MAT/07 - 6 CFU - 10 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410433 QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO | 10  |        |

**20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Docenti:**

| Nominativo   | Ore | Tipo incarico | Canale |
|--------------|-----|---------------|--------|
| Da assegnare | 72  | Bando         |        |

**20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE ( - MAT/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Docenti:**

| Nominativo        | Ore | Tipo incarico                      | Canale |
|-------------------|-----|------------------------------------|--------|
| BARROERO FABRIZIO | 24  | Affidamento di incarico retribuito |        |
| BARROERO FABRIZIO | 24  | Carico didattico                   |        |

**Secondo anno**

**Primo semestre**

**20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TARTARONE FRANCESCA | 72  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20402083 AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 TOLLI FILIPPO       | 72  |        |

**20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE ( - MAT/05 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 ESPOSITO PIERPAOLO     | 72  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20402085 AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE in Matematica L-35 N0 MASSETTI JESSICA ELISA | 72  |        |

**20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE ( - MAT/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410469 AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE in Matematica LM-40 CHIERCHIA LUIGI | 60  |        |

**20410413 - AN410 - ANALISI NUMERICA 1 ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410413 AN410 - ANALISI NUMERICA 1 in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO | 72  |        |

**20410421 - AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI ( - MAT/08 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410421 AN430 - METODO DEGLI ELEMENTI FINITI in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO | 60  |        |

**20410446 - BL410-INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA ( - BIO/13 - 6 CFU - 48 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410003 Introduzione alla Biologia in Scienze biologiche L-13 NESSUNA CANALIZZAZIONE                   | 48  |        |
| <b>Fruito da:</b> 20410003 Introduzione alla Biologia in Scienze biologiche L-13 NESSUNA CANALIZZAZIONE ANGELINI RICCARDO | 48  |        |

**20410439 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA ( - CHIM/03 - 6 CFU - 52 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20401116 ELEMENTI DI CHIMICA in Fisica L-30 N0 IUCCI GIOVANNA | 52  |        |

**20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ ( - MAT/06 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410447 CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ in Matematica LM-40 CANDELLERO ELISABETTA | 72  |        |

**20410415 - CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410415 CR410-CRITTOGRAFIA A CHIAVE PUBBLICA in Scienze Computazionali LM-40 MEROLA FRANCESCA | 72  |        |

**20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA ( - FIS/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 LUBICZ VITTORIO | 60  |        |



| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410015 MECCANICA QUANTISTICA in Fisica L-30 TARANTINO CECILIA | 60  |        |

### 20410429 - FS510 - METODO MONTECARLO ( - FIS/01 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410429 FS510 - METODO MONTECARLO in Scienze Computazionali LM-40 BUSSINO SEVERINO ANGELO MARIA | 60  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410429 FS510 - METODO MONTECARLO in Scienze Computazionali LM-40 FRANCESCHINI ROBERTO          | 60  |        |

### 20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20402087 GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE in Matematica L-35 N0 PONTECORVO MASSIMILIANO | 72  |        |

### 20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1 ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410449 GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1 in Matematica LM-40 LOPEZ ANGELO | 72  |        |

### 20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA ( - MAT/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410465 GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA in Matematica LM-40 BRUNO ANDREA | 60  |        |

### 20410450 - GL410-ELEMENTI DI GEOLOGIA I ( - GEO/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410384 ELEMENTI DI GEOLOGIA I in Geologia del Territorio e delle Risorse LM-74 CIFELLI FRANCESCA | 48  |        |

### 20410417 - IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ ( - MAT/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410417 IN410-CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ in Scienze Computazionali LM-40 PEDICINI MARCO | 72  |        |

### 20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20810157 CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO in Ingegneria informatica LM-32 PAOLUZZI ALBERTO | 72  |        |

**20410427 - IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE** ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Mutuato da: 20410427 IN490 - LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE in Scienze Computazionali LM-40 LOMBARDI FLAVIO | 72  |        |

**20410432 - IN550 – MACHINE LEARNING** ( - INF/01 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Mutuato da: 20410432 IN550 – MACHINE LEARNING in Scienze Computazionali LM-40 BONIFACI VINCENZO | 60  |        |

**20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A** ( - MAT/01 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Mutuato da: 20410451-1 LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A in Matematica LM-40                          | 48  |        |
| Mutuato da: 20410451-1 LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A in Matematica LM-40 TORTORA DE FALCO LORENZO | 48  |        |

**20410451 - LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B** ( - MAT/01 - 3 CFU - 24 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Mutuato da: 20410451-2 LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B in Matematica LM-40 TORTORA DE FALCO LORENZO | 24  |        |

**20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI** ( - MAT/04 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Fruito da: 20410343 MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI in Matematica L-35 BRUNO ANDREA | 72  |        |
| Fruito da: 20410343 MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI in Matematica L-35 SUPINO PAOLA | 72  |        |

**20410433 - QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE** ( - MAT/07 - 6 CFU - 10 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Mutuato da: 20410433 QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO | 10  |        |

**20410440 - ST410-INTRODUZIONE ALLA STATISTICA** ( - MAT/06 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Fruito da: 20410555 ST410-STATISTICA in Scienze Computazionali LM-40 DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE | 60  |        |

## Secondo semestre

### 20410407 - AC310-ANALISI COMPLESSA ( - MAT/03 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410334 AC310-ANALISI COMPLESSA in Matematica L-35 BESSI UGO | 72  |        |

### 20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA ( - MAT/02 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410445 AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA in Matematica LM-40 LELLI CHIESA MARGHERITA | 72  |        |

### 20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI ( - MAT/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410518 AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI in Matematica LM-40               | 60  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410518 AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI in Matematica LM-40 HAUS EMANUELE | 60  |        |

### 20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE ( - MAT/05 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410460 AM450 - ANALISI FUNZIONALE in Matematica LM-40 BATTAGLIA LUCA | 60  |        |

### 20410420 - AN420 - ANALISI NUMERICA 2 ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40               | 72  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410420 AN420 - ANALISI NUMERICA 2 in Scienze Computazionali LM-40 CACACE SIMONE | 72  |        |

### 20410441 - CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI ( - MAT/06 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410441 CP420-INTRODUZIONE AI PROCESSI STOCASTICI in Scienze Computazionali LM-40 MARTINELLI FABIO | 60  |        |

### 20410522 - CP450- PROBABILITÀ DISCRETA ( - MAT/06 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410556 CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI in Matematica LM-40 DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE | 60  |        |

**20410428 - CR510 – CRITTO SISTEMI ELLITTICI ( - MAT/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Mutuato da: 20410428 CR510 – CRITTO SISTEMI ELLITTICI in Scienze Computazionali LM-40 PAPPALARDI FRANCESCO | 60  |        |

**20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Fruito da: 20410342 FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA in Matematica L-35 CORSI LIVIA              | 72  |        |
| Fruito da: 20410342 FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA in Matematica L-35 PELLEGRINOTTI ALESSANDRO | 72  |        |

**20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A ( - MAT/07 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Fruito da: 20410084 COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - MOD A in Fisica L-30 GENTILE GUIDO | 30  |        |

**20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B ( - MAT/07 - 3 CFU - 30 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| Fruito da: 20410085 COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - MOD. B in Fisica L-30 GENTILE GUIDO | 30  |        |

**20410470 - FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Mutuato da: 20410470 FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA in Scienze Computazionali LM-40                     | 72  |        |
| Mutuato da: 20410470 FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA in Scienze Computazionali LM-40 SCOPPOLA ELISABETTA | 72  |        |
| Mutuato da: 20410470 FM510 - APPLICAZIONI DELLA FISICA MATEMATICA in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO      | 72  |        |

**20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA ( - FIS/08 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Mutuato da: 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40                  | 60  |        |
| Mutuato da: 20410448 FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA in Matematica LM-40 DI NARDO ROBERTO | 60  |        |

**20410435 - FS440 - ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI ( - FIS/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| Fruito da: 20401070 ACQUISIZIONE DATI E CONTROLLO DI ESPERIMENTI in Fisica LM-17 N0 Ruggeri | 60  |        |

| Dettaglio | Ore | Canale |
|-----------|-----|--------|
| Federico  |     |        |

### 20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA ( - FIS/02 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20401806 ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA in Fisica L-30 N0 RAIMONDI ROBERTO | 60  |        |

### 20410461 - FS460 - DIDATTICA DELLA FISICA ( - FIS/08 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410502 DIDATTICA DELLA FISICA in Fisica LM-17 | 48  |        |

### 20410443 - FS520 – SISTEMI COMPLESSI ( - FIS/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410571 FS520 – RETI COMPLESSE in Scienze Computazionali LM-40 CAMISASCA GAIA | 60  |        |

### 20410425 - GE460 - TEORIA DEI GRAFI ( - MAT/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410425 GE460 - TEORIA DEI GRAFI in Scienze Computazionali LM-40 MASCARENHAS MELO ANA MARGARIDA | 60  |        |

### 20410462 - GE510 - GEOMETRIA ALGEBRICA 2 ( - MAT/03 - 6 CFU - 60 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410462 GE510 - GEOMETRIA ALGEBRICA 2 in Matematica LM-40 CAPORASO LUCIA | 60  |        |

### 20410454 - GL420-ELEMENTI DI GEOLOGIA II ( - GEO/03 - 6 CFU - 48 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20410328 ELEMENTI DI GEOLOGIA II in Geologia del Territorio e delle Risorse LM-74 CIFELLI FRANCESCA | 48  |        |

### 20410442 - IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

*Curricula: Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico*

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410442 IN420 - TEORIA DELL'INFORMAZIONE in Scienze Computazionali LM-40 BONIFACI VINCENZO | 72  |        |

### 20410423 - IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA ( - INF/01 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410423 IN440 - OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA in Scienze Computazionali LM-40 LIVERANI MARCO | 72  |        |

**20410424 - IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA ( - INF/01 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410424 IN450- ALGORITMI PER LA CRITTOGRAFIA in Scienze Computazionali LM-40 PEDICINI MARCO | 60  |        |

**20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2 ( - MAT/01 - 6 CFU - 36 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20710122 TEOREMI SULLA LOGICA, 2 in Scienze filosofiche LM-78 TORTORA DE FALCO LORENZO | 36  |        |

**20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2 ( - MAT/01 - 6 CFU - 36 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Fruito da:</b> 20710092 TEORIE LOGICHE 2 - LM in Scienze filosofiche LM-78 TORTORA DE FALCO LORENZO | 36  |        |

**20410418 - MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE ( - MAT/08 - 9 CFU - 72 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40                  | 72  |        |
| <b>Mutuato da:</b> 20410418 MA410 - MATEMATICA APPLICATA E INDUSTRIALE in Scienze Computazionali LM-40 FERRETTI ROBERTO | 72  |        |

**20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA ( - MAT/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410456 MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA in Matematica LM-40 MILLAN GASCA ANA MARIA | 60  |        |

**20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA ( - MAT/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410459 MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA in Matematica LM-40 FALCOLINI CORRADO | 60  |        |

**20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE ( - MAT/04 - 6 CFU - 60 ore - ITA )**

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio   | Ore | Canale |
|---|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410452 ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE in Matematica LM-40 TARTARONE FRANCESCA | 60  |        |

**20410419 - MS410-MECCANICA STATISTICA** ( - MAT/07 - 9 CFU - 72 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410419 MS410-MECCANICA STATISTICA in Scienze Computazionali LM-40 GIULIANI ALESSANDRO | 72  |        |

**20410433 - QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE** ( - MAT/07 - 6 CFU - 10 ore - ITA )

**Curricula:** Didattico - Modellistico-applicativo - Teorico

**Mutuazioni:**

| Dettaglio  | Ore | Canale |
|--|-----|--------|
| <b>Mutuato da:</b> 20410433 QLM - QUALIFICAZIONE ALLA LAUREA MAGISTRALE in Scienze Computazionali LM-40 TERESI LUCIANO | 10  |        |

## INCARICHI DIDATTICI DEL CORSO DI LAUREA

| Nominativo                     | Tot.Ore     | Tipo incarico                      | Ore | Attività didattica   |
|--------------------------------|-------------|------------------------------------|-----|--|
| ABRUSCI VITO MICHELE           | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410592 - LM400 - INTRODUZIONE ALLA LOGICA                              |
| BARROERO FABRIZIO              | 60          | Carico didattico                   | 24  | 20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE    |
|                                |             | Affidamento di incarico retribuito | 24  | 20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE    |
|                                |             | Carico didattico                   | 24  | 20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE    |
|                                |             | Affidamento di incarico retribuito | 24  | 20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE    |
|                                |             | Carico didattico                   | 24  | 20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE    |
|                                |             | Affidamento di incarico retribuito | 24  | 20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE    |
| BATTAGLIA LUCA                 | 60          | Carico didattico                   | 24  | 20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE                                    |
|                                |             | Affidamento di incarico retribuito | 24  | 20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE                                    |
| BESSI UGO                      | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410565 - AM410 - EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI DI TIPO ELLITTICO    |
| BRUNO ANDREA                   | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410465 - GE450 - TOPOLOGIA ALGEBRICA                                   |
| CANDELLERO ELISABETTA          | 72          | Carico didattico                   | 72  | 20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ                              |
| CAPORASO LUCIA                 | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410462 - GE510 - GEOMETRIA ALGEBRICA 2                                 |
| CHIERCHIA LUIGI                | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE                     |
| DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI            |
| DI NARDO ROBERTO               | 40          | Carico didattico                   | 40  | 20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA                 |
| FALCOLINI CORRADO              | 60          | Affidamento di incarico retribuito | 60  | 20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA             |
| HAUS EMANUELE                  | 30          | Carico didattico                   | 30  | 20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI  |
| LELLI CHIESA MARGHERITA        | 72          | Carico didattico                   | 72  | 20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA                                   |
| LOPEZ ANGELO                   | 72          | Carico didattico                   | 72  | 20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1                                 |
| MILLAN GASCA ANA MARIA         | 60          | Affidamento di incarico retribuito | 60  | 20410456 - MC420-DIDATTICA DELLA MATEMATICA                              |
| TARTARONE FRANCESCA            | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410452 - ME410 - MATEMATICHE ELEMENTARI DA UN PUNTO DI VISTA SUPERIORE |
| TORTORA DE FALCO LORENZO       | 60          | Carico didattico                   | 36  | 20410451 - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1                                |
|                                |             | Carico didattico                   | 24  | 20410451 - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1                                |
| VERRA ALESSANDRO               | 60          | Carico didattico                   | 60  | 20410567 - GE470-SUPERFICI DI RIEMANN                                    |
| DOCENTE NON DEFINITO           | 504         | Bando                              | 30  | 20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI  |
|                                |             | Bando                              | 20  | 20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA                 |
|                                |             | Bando                              | 20  | 20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA                 |
|                                |             | Bando                              | 20  | 20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA                 |
|                                |             | Bando                              | 12  | 20410451 - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1                                |
|                                |             | Bando                              | 72  | 20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI                   |
|                                |             | Bando                              | 72  | 20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI                   |
|                                |             | Bando                              | 72  | 20410453 - TN410 - INTRODUZIONE ALLA TEORIA DEI NUMERI                   |
| <b>Totale ore</b>              | <b>1570</b> |                                    |     |  |



## CONTENUTI DIDATTICI

### 20410408 - AL310 - ISTITUZIONI DI ALGEBRA SUPERIORE

**Docente:** TARTARONE FRANCESCA

#### Italiano

##### Prerequisiti

AL210 Algebra 2 - Gruppi, Anelli e Campi

##### Programma

Elementi di Teoria dei Campi. Gruppi di Galois e Ampliamenti di Galois. La Corrispondenza di Galois. Alcune applicazioni della Corrispondenza di Galois: Costruzioni con riga e compasso, Risolubilità delle equazioni polinomiali.

##### Testi

S. Gabelli, Teoria delle Equazioni e Teoria di Galois. Springer Italia, (2008). C. Procesi, Elementi di Teoria di Galois. Decibel, Zanichelli, (Seconda ristampa, 1991). I. Stewart, Galois Theory. Chapman and Hall, (1989).

##### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

##### Modalità erogazione

Il corso si svolgerà con lezioni frontali, esercitazioni e tutoraggio. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. Qualora fosse necessario, per la didattica a distanza si utilizzerà la piattaforma Microsoft Teams.

##### Modalità di valutazione

L'esame consisterà in una prova scritta ed una orale al termine del corso. Durante il corso sono previste due prove scritte in itinere che saranno valutate come prova scritta dell'esame. A coloro che supereranno entrambe le prove in itinere con una votazione superiore a 18/30 (per ogni prova) la docente proporrà un voto per verbalizzare l'esame senza la necessità di sostenere una prova orale. Tale proposta potrà anche essere rifiutata dagli studenti nel caso volessero sostenere una prova orale per tentare di migliorare il risultato finale. L'orale si rende comunque necessario per chi vuole ambire alla Lode. La prova scritta (comprese le valutazioni in itinere) consiste di 5/6 esercizi pratico/teorici da svolgere in 2,30/3 ore.

#### English

##### Prerequisites

AL210 Algebra 2 - Groups, Rings and Fields

##### Programme

Field theory. Galois groups and Galois extensions. The Correspondence of Galois. Some applications of the Galois Correspondence: Constructions with ruler and compass, Solubility of polynomial equations.

##### Reference books

S. Gabelli, Teoria delle Equazioni e Teoria di Galois. Springer Italia, (2008). C. Procesi, Elementi di Teoria di Galois. Decibel, Zanichelli, (Seconda ristampa, 1991). I. Stewart, Galois Theory. Chapman and Hall, (1989).

##### Reference bibliography

-

##### Study modes

-

##### Exam modes

-

### 20410445 - AL410 - ALGEBRA COMMUTATIVA

**Docente:** LELLI CHIESA MARGHERITA

#### Italiano

##### Prerequisiti

##### Programma

Anelli e ideali, ideali massimali e ideali primi, nilradicale e radicale di Jacobson, spettro di un anello. Moduli, moduli finitamente generati e Lemma di Nakayama, successioni esatte, prodotto tensoriale, restrizione ed estensione degli scalari. Anelli e moduli di frazioni, localizzazione. Decomposizione primaria. Dipendenza integrale e valutazioni. Condizioni sulle catene. Anelli Noetheriani, Teorema della Base di Hilbert, Nullstellensatz. Anelli di valutazione discreta e domini di Dedekind. Cenni di teoria della dimensione.

##### Testi

M. F. Atiyah, I. G. Macdonald, Introduction to Commutative Algebra. Addison-Wesley, 1996. M. Reid, Undergraduate Algebraic Geometry, Cambridge University Press, 1988. D. Eisenbud, Commutative Algebra with a view toward Algebraic Geometry,

Springer-Verlag, 1995. A. Gathmann, Commutative Algebra, Lecture notes.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

### Prerequisites

### Programme

Rings and ideals, maximal ideals and prime ideals, nilradical and Jacobson radical, the spectrum of a ring. Modules, finitely generated modules and Nakayama's Lemma, exact sequences, tensor product, restriction and extension of scalars. Rings and modules of fractions, localization. Primary decomposition. Integral dependence and valuation. Chain conditions. Noetherian rings, Hilbert's Basis Theorem, Nullstellensatz. Discrete valuation rings and Dedekind domains. Hints of dimension theory.

### Reference books

M. F. Atiyah, I. G. Macdonald, Introduction to Commutative Algebra. Addison-Wesley, 1996. M. Reid, Undergraduate Algebraic Geometry, Cambridge University Press, 1988. D. Eisenbud, Commutative Algebra with a view toward Algebraic Geometry, Springer-Verlag, 1995. A. Gathmann, Commutative Algebra, Lecture notes.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410409 - AM310 - ISTITUZIONI DI ANALISI SUPERIORE

**Docente:** ESPOSITO PIERPAOLO

### Italiano

### Prerequisiti

### Programma

1. Integrazione astratta Richiami della teoria dell'integrazione secondo Riemann. Il concetto di misurabilità. Funzioni semplici. Proprietà elementari delle misure. Aritmetica in  $[0, \#]$ . Integrazione di funzioni positive. Integrazione di funzioni complesse. Importanza degli insiemi di misura nulla. 2. Misure di Borel positive Spazi vettoriali. Preliminari topologici. Teorema della rappresentazione di Riesz. Proprietà di regolarità delle misure di Borel. Misura di Lebesgue. Proprietà di continuità delle funzioni misurabili. 3. Spazi  $L^p$  Disuguaglianze e funzioni convesse. Gli spazi  $L^p$ . Approssimazione mediante funzioni continue. 4. Teoria elementare degli spazi di Hilbert Prodotti interni e funzionali lineari. Duale di  $L^2$  5. Integrazione su spazi prodotto Misurabilità sui prodotti cartesiani. Misure prodotto. Il teorema di Fubini. 6. Misure complesse Variazione totale. Continuità assoluta. Teorema di Radon-Nykodym. Funzionali lineari limitati su  $L^p$ . Il teorema della rappresentazione di Riesz.

### Testi

"Analisi reale e complessa", W. Rudin. Bollati Boringhieri.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

### Prerequisites

### Programme

1. Abstract integration theory Riemann integration theory. The concept of measurability. Step functions. Elementary properties of measures. Arithmetic in  $[0, \#]$ . Integration of positive functions. Integration of complex functions. Importance of sets with null measure. 2. Positive Borel measures Vector spaces. Topological preliminaries. Riesz representation theorem. Regularity properties of Borel measures. Lebesgue measure. Continuity properties of measurable functions. 3.  $L^p$  spaces Inequalities and convex functions.  $L^p$

spaces. Approximation through continuous functions. 4. Basic theory of Hilbert spaces Inner products and linear functionals. Dual space of  $L^2$ . 4. Integration on product spaces Measurability on cartesian products. Product measure. Fubini theorem. 4. Complex measures Total variation. Absolute continuity. Radon-Nykodym theorem. Bounded linear functionals on  $L^p$ . The Riesz representation theorem.

#### Reference books

"Analisi reale e complessa", W. Rudin. Bollati Boringhieri.

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

### 20410518 - AM420 - SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI

**Docente:** HAUS EMANUELE

#### Italiano

##### Prerequisiti

Teoria di Lebesgue e spazi  $L^p$

##### Programma

Richiami - Topologie deboli e convergenza debole, semi-continuità inferiore debole della norma - Spazi  $L^p$ : riflessività, separabilità, criteri di compattezza forte. Spazi di Sobolev e formulazione variazionale di problemi ai limiti in dimensione uno - Motivazioni - Lo spazio di Sobolev  $W^{1,p}(\Omega)$  - Lo spazio  $W^{1,p}_0(\Omega)$  - Qualche esempio di problemi ai limiti - Principio del massimo Spazi di Sobolev e formulazione variazionale di problemi ai limiti in dimensione  $N$  - Definizione e proprietà elementari degli spazi di Sobolev  $W^{1,p}(\Omega)$  - Operatori di prolungamento - Disuguaglianze di Sobolev - Lo spazio  $W^{1,p}_0(\Omega)$  - Formulazione variazionale di alcuni problemi ellittici ai limiti - Esistenza di soluzioni deboli - Regolarità delle soluzioni deboli - Principio del massimo

##### Testi

Analisi funzionale, H. Brezis, Liguori Editore

##### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

##### Modalità erogazione

Il corso prevede lezioni frontali.

##### Modalità di valutazione

Seminario su un articolo di ricerca.

#### English

##### Prerequisites

Lebesgue theory and  $L^p$  spaces

##### Programme

Preliminaries - Weak topologies and weak convergence, weak lower semi-continuity of the norm -  $L^p$  spaces: reflexivity, separability, criteria for strong compactness. Sobolev spaces and variational formulation of boundary value problems in dimension one - Motivations - The Sobolev space  $W^{1,p}(\Omega)$  - The space  $W^{1,p}_0(\Omega)$  - Some examples of boundary value problems - Maximum principle Sobolev spaces and variational formulation of boundary value problems in dimension  $N$  - Definition and basic properties of the Sobolev spaces  $W^{1,p}(\Omega)$  - Extension operators - Sobolev inequalities - The space  $W^{1,p}_0(\Omega)$  - Variational formulation of some elliptic boundary value problems - Existence of weak solutions - Regularity of weak solutions - Maximum principle

##### Reference books

Functional analysis, H. Brezis

##### Reference bibliography

-

##### Study modes

-

##### Exam modes

-

### 20410469 - AM430 - EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE

**Docente:** CHIERCHIA LUIGI

#### Italiano

## Prerequisiti

Corso introduttivo di analisi matematica in una e più variabili. Algebra lineare. (corsi corrispondenti offerti nei corsi di laurea triennale in Matematica all'Università Roma Tre: AM210, AM220, GE110)

## Programma

1. Fenomenologia, modelli. Esempi. 2. Alcune classi di EDO (Equazioni Differenziali Ordinarie) esattamente risolubili (equazioni a variabili separabili, equazioni omogenee, equazione di Bernoulli, equazione di Clairaut, equazioni differenziali esatte, equazioni a coefficienti costanti, equazioni Hamiltoniane ad un grado di libertà) 3. Teoria generale: - Teoremi di esistenza e unicità (Lemmi di Gronwall; teorema di Picard, teorema di Peano). - Intervalli di esistenza e soluzioni massimali. - Dipendenza da dati iniziali e parametri. 4. Analisi qualitativa di alcune semplici classi di EDO. Spazio delle fasi. 5. Sistemi lineari a coefficienti costanti. Esponenziale di matrici e teorema della forma normale di Jordan. Trasformata di Laplace. 6. Sistemi lineari a coefficienti variabili. Spazi di soluzione. Il wronskiano. Il caso periodico (teoria di Floquet). 7. Soluzioni periodiche e serie di Fourier. 8. Serie di potenze. 9. Stabilità. 10. Problemi al contorno per equazioni del secondo ordine.

## Testi

[AA] Shair Ahmad and Antonio Ambrosetti, Differential Equations. A first course on ODE and a brief introduction to PDE Series: De Gruyter Textbook De Gruyter | 2019 DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110652864> [S] Schaum's Outline of Differential Equations, 4th Edition 4th Edition 0071824855 - 9780071824859

## Bibliografia di riferimento

[T] Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems (Graduate Studies in Mathematics). AMS. by Gerald Teschl (Author). ISBN-13: 978-0821883280 [D] Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

## Modalità erogazione

Lezioni frontali (circa trentasei ore) ed esercitazioni (circa ventiquattro ore). Tutto il materiale del programma verrà spiegato a lezione. Le lezioni/esercitazioni includeranno un dialogo continuo con gli studenti: il feedback da parte degli studenti durante il corso è strumento fondamentale per la buona riuscita del corso stesso. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni (di Stato e dell'Università Roma Tre) che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche. In particolare, lezioni a distanza potrebbero essere necessarie.

## Modalità di valutazione

La valutazione è basata su una prova scritta (soluzione esplicita di EDO, analisi qualitativa, etc.) e su una prova orale basata sui contenuti del corso. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni (di Stato e dell'Università Roma Tre) che regolino le modalità della valutazione degli studenti. In particolare, valutazioni a distanza potrebbero essere necessarie ed in tal caso la valutazione sarà di tipo orale preceduta da una prova scritta preliminare parte integrante dell'esame orale.

## English

### Prerequisites

Introductory course in mathematical analysis in one and more variables. Linear algebra. (Corresponding courses offered in the three-year degree courses in Mathematics at the Roma Tre University: AM210, AM220, GE110)

### Programme

1. Phenomenology, models. Examples. 2. Some exactly solvable ODE (Ordinary Differential Equations) classes (equations with separable variables, homogeneous equations, Bernoulli equation, Clairaut equation, exact differential equations, equations with constant coefficients, Hamiltonian equations with one degree of freedom) 3. General theory: - Existence and uniqueness theorems (Gronwall's lemmas; Picard's theorem, Peano's theorem). - Existence intervals and maximal solutions. - Dependence on initial data and parameters. 4. Qualitative analysis of some simple EDO classes. Phase space. 5. Linear systems with constant coefficients. Exponential of matrices and Jordan's normal form theorem. Laplace transform. 6. Linear systems with variable coefficients. Solution spaces. The Wronskian. The periodic case (Floquet Theory). 7. Periodic solutions and Fourier series. 8. Power series. 9. Stability. 10. Boundary problems for second order equations.

### Reference books

[AA] Shair Ahmad and Antonio Ambrosetti, Differential Equations. A first course on ODE and a brief introduction to PDE Series: De Gruyter Textbook De Gruyter | 2019 DOI: <https://doi.org/10.1515/9783110652864> [S] Schaum's Outline of Differential Equations, 4th Edition 4th Edition 0071824855 - 9780071824859

### Reference bibliography

[T] Ordinary Differential Equations and Dynamical Systems (Graduate Studies in Mathematics). AMS. by Gerald Teschl (Author). ISBN-13: 978-0821883280 [D] Demidovich, B.P., Esercizi e problemi di Analisi Matematica, Editori Riuniti, 2010

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410460 - AM450 - ANALISI FUNZIONALE

**Docente:** BATTAGLIA LUCA

## Italiano

### Prerequisiti

## Programma

Spazi di Banach e Hilbert, proprietà generali, proiezioni negli spazi di Hilbert, sistemi ortonormali. Teorema di Hahn-Banach, forma analitica e geometrica, conseguenze. Spazi di prima e seconda categoria, Teorema di Baire, Teorema di Banach-Steinhaus, della mappa aperta e del grafico chiuso, applicazioni. Topologie deboli, chiusi e convessi, Teorema di Banach-Alaoglu, separabilità e riflessività. Spazi di Sobolev in una dimensione, Teoremi di immersione, disuguaglianza di Poincaré, applicazione a problemi variazionali. Teoria spettrale, alternativa di Fredholm, teorema spettrale per operatori compatti e autoaggiunti, applicazione a problemi variazionali.

## Testi

H. Brezis - Analisi Funzionale - Liguori (1986) H. Brezis - Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations - Springer (2010) W. Rudin - Functional Analysis - McGraw-Hill (1991)

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Testi da definire

## Modalità di valutazione

Testi da definire

## English

## Prerequisites

## Programme

Banach and Hilbert spaces, general properties, projections in Hilbert spaces, orthonormal systems. Hahn-Banach theorem, analytic and geometric form, consequences. First and second category spaces, Baire's Theorem, Banach-Steinhaus Theorem, open map and closed graph theorem, applications. Weak topologies, closed and convex sets, Banach-Alaoglu theorem, separability and reflexivity. Sobolev spaces in dimension one, immersion theorems, Poincaré inequality, application to variational problems. Spectral theory, Fredholm alternative, spectral theorem for compact and self-adjoint operators, application to variational problems.

## Reference books

H. Brezis - Analisi Funzionale - Liguori (1986) H. Brezis - Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations - Springer (2010) W. Rudin - Functional Analysis - McGraw-Hill (1991)

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410446 - BL410-INTRODUZIONE ALLA BIOLOGIA

**Docente:** ANGELINI RICCARDO

## Italiano

## Prerequisiti

## Programma

The program focuses on major themes of Biological Evolution of animal and plant organisms. Light and Life, Evolution of photomorphogenesis, Secondary metabolites of plants, The conquest of emerged lands, co-evolution of plants-insects.

## Testi

Non vi sono libri di testo specifici. Gli studenti possono far riferimento al materiale proiettato in aula e messo a disposizione. Letture consigliate: Taiz L., Zeiger E. - Fisiologia Vegetale - Piccin Editore Rascio N. : Elementi di Fisiologia vegetale - EdiSES PLANT PHYSIOLOGY (IN ENGLISH LANGUAGE) LINCOLN TAIZ- EDUARDO ZEIGER SINAUER ASSOCIATES (FIFTH EDITION) Zocchi A.; Imparare ad Imparare; Amazon Kindle eBook/cartaceo copertina flessibile Il docente riceve tutti i giorni (lunedì-Venerdì) previo appuntamento mediante e-mail istituzionale

## Bibliografia di riferimento

Testi da definire

## Modalità erogazione

Testi da definire

## Modalità di valutazione

Testi da definire

## English

## Prerequisites

## Programme

The program focuses on major themes of Biological Evolution of animal and plant organisms. Light and Life, Evolution of photomorphogenesis, Secondary metabolites of plants, The conquest of emerged lands, plant-insect co-evolution.

## Reference books

There are no specific textbooks. Students can refer to the material shown in the classroom and made available. Recommended readings: Taiz L., Zeiger E. - Fisiologia Vegetale - Piccin Editore Rascio N. : Elementi di Fisiologia vegetale - Edises PLANT PHYSIOLOGY (IN ENGLISH LANGUAGE) LINCOLN TAIZ- EDUARDO ZEIGER SINAUER ASSOCIATES (FIFTH EDITION) Zocchi A.; Imparare ad Imparare; Amazon Kindle eBook/cartaceo copertina flessibile The teacher receives every day (Monday-Friday) by appointment via institutional email

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410439 - CH410- ELEMENTI DI CHIMICA

**Docente:** IUCCI GIOVANNA

## Italiano

### Prerequisiti

Non ci sono particolari prerequisiti

### Programma

1. TEORIA ATOMICA E STRUTTURA DELL'ATOMO. ATOMI, MOLECOLE, MOLI. PESO ATOMICO E PESO MOLECOLARE. ATOMO DI RUTHERFORD, ATOMO DI BOHR, TEORIA QUANTISTICA, NUMERI QUANTICI E LIVELLI ENERGETICI; ATOMI POLIELETTRONICI, SISTEMA PERIODICO. 2. LEGAME CHIMICO. LEGAME IONICO. LEGAME COVALENTE: LEGAME SIGMA E LEGAME PI GRECO. MOLECOLE POLIATOMICHE. STRUTTURA MOLECOLARE. IBRIDAZIONE E RISONANZA. ORBITALE MOLECOLARE. LEGAME METALLICO. FORZE INTERMOLECOLARI. 3. NOMENCLATURA E REAZIONI CHIMICHE. OSSIDI, IDROSSIDI, ACIDI, SALI, IONI. BILANCIAMENTO DELLE REAZIONI CHIMICHE. 4. STATI DI AGGREGAZIONE. STATO GASSOSO E LEGGI DEI GAS. STATO SOLIDO: SOLIDI IONICI, MOLECOLARI, METALLICI, COVALENTI. CONDUTTORI, SEMICONDUTTORI, ISOLANTI. LIQUIDI ED AMORFI. CAMBIAMENTI DI STATO E DIAGRAMMI DI STATO. 5. SOLUZIONI. CONCENTRAZIONE DELLE SOLUZIONI. PROPRIETÀ COLLIGATIVE. SOLUZIONI DI ELETTROLITI. 6. TERMODINAMICA. MATERIA, ENERGIA, CALORE. PRIMO E SECONDO PRINCIPIO. ENTALPIA, ENTROPIA, ENERGIA LIBERA. 7. EQUILIBRIO CHIMICO. COSTANTE DI EQUILIBRIO ED ENERGIA LIBERA. EQUILIBRI IN FASE GASSOSA ED ETEROGENEA. PRINCIPIO DI LE CHATELIER. EQUAZIONE DI VAN'T HOFF. 8. EQUILIBRI IN SOLUZIONE. EQUILIBRI ACIDO-BASE: ACIDI E BASI, PH, COSTANTI DI DISSOCIAZIONE, ACIDI POLIPROTICI, IDROLISI, TAMPONI; TITOLAZIONI ACIDO-BASE, INDICATORI. EQUILIBRI DI SOLUBILITÀ: SOLUBILITÀ E PRODOTTO DI SOLUBILITÀ, EFFETTO DELLO IONE A COMUNE. 9. ELETTROCHIMICA. PILE, POTENZIALI ELETTRODICI, EQUAZIONE DI NERNST. ELETTROLISI. 10. CINETICA CHIMICA. VELOCITÀ DELLE REAZIONI CHIMICHE. COSTANTE DI VELOCITÀ. INFLUENZA DELLA TEMPERATURA INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLA VELOCITÀ: EQUAZIONE DI ARRHENIUS. CATALIZZATORI. ESERCITAZIONI NUMERICHE SUGLI ARGOMENTI SVOLTI.

### Testi

M. Schiavello, L.Palmisano; FONDAMENTI DI CHIMICA. EDISES P. Michelin Lausarot, G.A. Vaglio; STECHIOMETRIA PER LA CHIMICA GENERALE. Piccin Editore

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni frontali ed esercitazioni numeriche. Sono previste due esercitazioni di laboratorio.

### Modalità di valutazione

L'esame consiste di una prova scritta a cui segue un esame orale. La prova scritta consiste di 5 esercizi; ad ogni esercizio sono assegnati 6 punti. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare, si applicheranno le seguenti modalità: esame orale a distanza su piattaforma Teams.

## English

### Prerequisites

There are no particular prerequisites

### Programme

1. ATOMIC THEORY AND ATOMIC STRUCTURE. Atoms, molecules, moles; atomic and molecular weight. Atomic models: Rutherford, Bohr. Quantum theory, quantum numbers and energy levels. Polyelectronic atoms; periodic system. 2. CHEMICAL BONDS. Ionic bond.

Covalent bond: and bonds. Polyatomic molecules: molecular structure. Hybridization and resonance. Molecular orbital. Metallic bond. Intermolecular forces. 3. NOMENCLATURE AND CHEMICAL REACTIONS. Oxides, hydroxides, acids, salts, ions. Balancing chemical reactions: redox reactions. 4. STATES OF AGGREGATION. Gas state, ideal gas law. Solid state: ionic, covalent, molecular and metallic solids. Conductors, semiconductors, insulators. Liquid and amorphous states. Phase transitions and phase diagrams. 5. THERMODYNAMICS. Matter, energy, heat, first and second principles; enthalpy, entropy, free energy. 6. SOLUTIONS. Concentration, colligative properties; electrolyte solutions. 7. CHEMICAL KINETICS. Reaction speed, speed constant. Influence of the temperature on the reaction speed: Arrhenius equation. Catalysts. 8. CHEMICAL EQUILIBRIUM. Equilibrium constant and free energy. Gas-phase and heterogeneous equilibria. Le Chatelier's principle. Van't Hoff equation. 9. EQUILIBRIA IN SOLUTION. Acid-base equilibria: acids and bases, pH, dissociation constant, polyprotic acids, hydrolysis, buffers. Acid-base titrations and pH indicators. Solubility equilibria: solubility product, common ion effect. 10. ELECTROCHEMISTRY. Batteries, electrode potentials, Nernst's equation. Electrolysis. Numerical exercises on all the listed subjects.

### Reference books

P.W. Atkins, L. Jones; CHEMISTRY: MOLECULES, MATTER, AND CHANGE

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410447 - CP410 - TEORIA DELLA PROBABILITÀ

**Docente:** CANDELLERO ELISABETTA

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

Fare riferimento alla pagina del corso

#### Testi

D. Williams, Probability with martingales R. Durrett, Probability: Theory and examples

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

Refer to the web-page of the course

#### Reference books

D. Williams, Probability with martingales R. Durrett, Probability: Theory and examples

#### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410556 - CP450 - METODI PROBABILISTICI E ALGORITMI ALEATORI

**Docente:** DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenza dei fondamentali della probabilità, conforme insegnato nel corso CP210.



## Programma

Il obiettivo del corso e' di vedere diversi metodi moderni della teoria della probabilita' e la loro applicazioni per risolvere problemi fondamentali di altre aree, come l'informatica (algoritmi random, random networks), combinatoria e data science. In particolare, vedremo diversi applicazioni dove il problema da essere risolto e' in realta' non-aleatorio, ma si sceglie di usare la probabilita' di maniera opportunistica per risolverlo. Alcuni argomenti visti nel corso: \* Algoritmi random \* Si puo' usare aleatorieta' perfetta in informatica? \* Metodo probabilistico e applicazioni della probabilita' alla informatica, combinatoria e teoria dei giochi \* Concentrazione di variabile aleatoria e Martingale, applicazione al problema di network routing e riduzione della dimensione di dati \* Processi di ramificazioni e di diffusione di infezioni \* Percolazione, grafi aleatori Erdos-Renyi e random networks \* Passeggiata aleatoria su grafi e applicazione al problema di clustering data

## Testi

"Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis", Mitzenmacher and Upfal, Cambridge University Press "The probabilistic method", Alon and Spencer, John Wiley & Sons

## Bibliografia di riferimento

"Percolation", Grimmett, Springer "Probability on Graphs", Grimmett, Cambridge University Press "Random Graphs and Complex Networks", van der Hofstad, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics "Probability on Trees and Networks", Lyons and Peres, Cambridge University Press "Markov chain mixing times", Levin and Peres, with contributions by Wilmer, American Mathematical Society "Percolation", Bollobas and Riordan, Cambridge University Press

## Modalità erogazione

Lezioni frontali Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 le lezioni frontali saranno sulla piattaforma Teams con appunti e esercizi sulla piattaforma Moodle.

## Modalità di valutazione

Fogli di esercizi da risolvere a casa piu' un esame orale. Dipendendo della quantita' e dei interessi degli studenti, si puo' sostituire il esame orale per un seminario o un progetto (che puo' essere o un progetto di simulazione o un progetto di risoluzione di un problema teorico).

## English

### Prerequisites

Knowledge of the fundamentals of probability, as in the course CP210.

### Programme

The goal of the course is to discuss modern methods from probability theory and their use to solve fundamental problems from other areas, such as computer science (randomized algorithms and random networks), combinatorics and data science. In particular, in the course we see several applications where the problem to be solved is in fact \*not random\*, but we choose to resort to a probabilistic solution in an opportunistic way to solve them. Some of the topics seen in the course are the following: \* Randomized algorithms \* Can we really use perfect randomness in computer science? \* Probabilistic method and its application to computer science, combinatorics and some games \* Concentration of random variables and martingales, and their applications to routing and dimension reduction \* Branching processes and spread of infections \* Percolation, Erdos-Renyi random graphs and random networks \* Random walks on graphs and application to clustering data

### Reference books

"Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis", Mitzenmacher and Upfal, Cambridge University Press "The probabilistic method", Alon and Spencer, John Wiley & Sons

### Reference bibliography

"Percolation", Grimmett, Springer "Probability on Graphs", Grimmett, Cambridge University Press "Random Graphs and Complex Networks", van der Hofstad, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics "Probability on Trees and Networks", Lyons and Peres, Cambridge University Press "Markov chain mixing times", Levin and Peres, with contributions by Wilmer, American Mathematical Society "Percolation", Bollobas and Riordan, Cambridge University Press

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410522 - CP450- PROBABILITÀ DISCRETA

**Docente:** DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE

## Italiano

### Prerequisiti

Conoscenza dei fundamenti della probabilita', conforme insegnato nel corso CP210.

### Programma

Il obiettivo del corso e' di vedere diversi metodi moderni della teoria della probabilita' e la loro applicazioni per risolvere problemi fondamentali di altre aree, come l'informatica (algoritmi random, random networks), combinatoria e data science. In particolare, vedremo diversi applicazioni dove il problema da essere risolto e' in realta' non-aleatorio, ma si sceglie di usare la probabilita' di maniera opportunistica per risolverlo (per esempio, perche' porta a un algoritmo piu' efficiente, o perche' porta a una soluzione piu' protetta contra il attacco di un avversario, o semplicemente perche' ci porta a una soluzione semplice e matematicamente molto elegante per un



problema apparentemente difficile). Alcuni argomenti visti nel corso sono i seguenti: \* Algoritmi random \* Si può usare aleatorietà perfetta in informatica? \* Processi di allocazione "balls into bins" e struttura dati aleatoria hash \* Processi di ramificazioni e di diffusione di infezioni \* Metodo probabilistico e applicazioni della probabilità alla combinatoria e teoria dei giochi \* Concentrazione di variabile aleatoria e Martingale, applicazione al problema di network routing e riduzione della dimensione di dati \* Percolazione, grafi aleatori Erdos-Renyi e random networks \* Passeggiata aleatoria su grafi e applicazione al problema di clustering data

### Testi

"Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis", Mitzenmacher and Upfal, Cambridge University Press "The probabilistic method", Alon and Spencer, John Wiley & Sons

### Bibliografia di riferimento

"Percolation", Grimmett, Springer "Probability on Graphs", Grimmett, Cambridge University Press "Random Graphs and Complex Networks", van der Hofstad, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics "Probability on Trees and Networks", Lyons and Peres, Cambridge University Press "Markov chain mixing times", Levin and Peres, with contributions by Wilmer, American Mathematical Society "Percolation", Bollobas and Riordan, Cambridge University Press

### Modalità erogazione

Lezioni frontali

### Modalità di valutazione

Fogli di esercizi da risolvere a casa più un esame orale e/o un seminario.

### English

### Prerequisites

Knowledge of the fundamentals of probability, as in the course CP210.

### Programme

The goal of the course is to discuss modern methods from probability theory and their use to solve fundamental problems from other areas, such as computer science (randomized algorithms and random networks), combinatorics and data science. In particular, in the course we see several applications where the problem to be solved is in fact "not random", but we choose to resort to a probabilistic solution in an opportunistic way to solve them (for example, because it gives a more efficient algorithm, or because the solution is becomes more resilient against an adversary, or simply because it gives a simple and elegant solution to an apparently complicated problem). Some of the topics seen in the course are the following: \* Randomized algorithms \* Can we really use perfect randomness in computer science? \* Allocation process like balls into bins and random data structures via hash functions \* Branching processes and spread of infections \* Probabilistic method and its application to combinatorics and some games \* Concentration of random variables and martingales, and their applications to routing and dimension reduction \* Percolation, Erdos-Renyi random graphs and random networks \* Random walks on graphs and application to clustering data

### Reference books

"Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis", Mitzenmacher and Upfal, Cambridge University Press "The probabilistic method", Alon and Spencer, John Wiley & Sons

### Reference bibliography

"Percolation", Grimmett, Springer "Probability on Graphs", Grimmett, Cambridge University Press "Random Graphs and Complex Networks", van der Hofstad, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics "Probability on Trees and Networks", Lyons and Peres, Cambridge University Press "Markov chain mixing times", Levin and Peres, with contributions by Wilmer, American Mathematical Society "Percolation", Bollobas and Riordan, Cambridge University Press

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410522 - CP450- PROBABILITÀ DISCRETA

**Docente:** DE OLIVEIRA STAUFFER ALEXANDRE

### Italiano

### Prerequisiti

Conoscenza dei fondamentali della probabilità, conforme insegnato nel corso CP210.

### Programma

Metodi moderni della teoria della probabilità e la loro applicazioni per risolvere problemi fondamentali di altre aree, come l'informatica (algoritmi random, random networks), combinatoria e data science. In particolare, si studia diversi applicazioni dove il problema da essere risolto è in realtà non-aleatorio, ma la probabilità è usata di maniera opportunistica per risolverlo (per esempio, per essere più efficiente, più sicuro, o semplicemente per portare a una soluzione semplice e elegante ad un problema apparentemente difficile). Alcuni argomenti visti nel corso sono i seguenti: \* Algoritmi random e l'aleatorietà nella informatica \* Metodo probabilistico e applicazioni della probabilità alla combinatoria e teoria dei giochi \* Concentrazione di variabile aleatoria e Martingale, applicazione al problema di network routing e riduzione della dimensione di dati \* Processi di allocazione "balls into bins" e struttura dati aleatoria hash \* Processi di ramificazioni e di propagazione di infezioni \* Percolazione, grafi aleatori Erdos-Renyi e random networks \* Passeggiata aleatoria su grafi e la loro applicazioni \* Sistemi di particelle interagenti

### Testi

[1] "Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis", Mitzenmacher and Upfal, Cambridge University Press [2] "The probabilistic method", Alon and Spencer, John Wiley & Sons

### Bibliografia di riferimento

"Percolation", Grimmett, Springer "Probability on Graphs", Grimmett, Cambridge University Press "Random Graphs and Complex Networks", van der Hofstad, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics "Probability on Trees and Networks", Lyons and Peres, Cambridge University Press "Markov chain mixing times", Levin and Peres, with contributions by Wilmer, American Mathematical Society "Percolation", Bollobas and Riordan, Cambridge University Press

### Modalità erogazione

Lezioni frontali

### Modalità di valutazione

Fogli di esercizi da risolvere a casa piu un esame orale e/o un progetto.

### English

#### Prerequisites

Knowledge of the fundamentals of probability, as in the course CP210.

#### Programme

Modern methods from probability theory and their applications to fundamental problems from other areas, such as computer science (randomized algorithms and random networks) combinatorics and data science. In particular, we study several applications where the problem to be analyzed is not random, but we choose to use probabilistic techniques to solve it (for example, for efficiency, for resilience, or simply for giving a simple and elegant solution to an apparently difficult problem). Some of the topics discussed in the course: \* Randomized algorithms and the use of randomness in computer science \* Probabilistic method and its use in combinatorics and game theory \* Concentration of random variables and their use in network routing and dimension reduction \* Allocation processes of balls into bins and random data structure \* Branching processes and processes for the spread of infections \* Percolation, random graphs and random networks \* Random walk on graphs and its applications \* Interacting particle systems

#### Reference books

[1] "Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis", Mitzenmacher and Upfal, Cambridge University Press [2] "The probabilistic method", Alon and Spencer, John Wiley & Sons

#### Reference bibliography

"Percolation", Grimmett, Springer "Probability on Graphs", Grimmett, Cambridge University Press "Random Graphs and Complex Networks", van der Hofstad, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics "Probability on Trees and Networks", Lyons and Peres, Cambridge University Press "Markov chain mixing times", Levin and Peres, with contributions by Wilmer, American Mathematical Society "Percolation", Bollobas and Riordan, Cambridge University Press

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410410 - FM310 - ISTITUZIONI DI FISICA MATEMATICA

**Docente:** PELLEGRINOTTI ALESSANDRO

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

Classificazione delle equazioni semilineari del secondo ordine in dimensione arbitraria. Classificazione in 2 dimensioni e riduzione a forma canonica. Studio dell'equazione delle onde in un intervallo con il metodo di separazione delle variabili: caso omogeneo, caso con condizioni al bordo non nulle, caso con termine forzante. Studio dell'equazione delle onde su tutta la retta: soluzione di D'Alembert. Soluzione dell'equazione delle onde sulla semiretta. Studio dell'equazione delle onde in tutto lo spazio tridimensionale: formula di Kirchoff. Equazione del calore. Deduzione dell'equazione del calore da una passeggiata aleatoria nel caso unidimensionale. Soluzione del problema di Cauchy su tutta la retta. Principio del massimo. Applicazione del principio del massimo per dimostrare il teorema di unicità e teoremi di confronto. Unicità su tutta la retta. Problema in un segmento: separazione delle variabili. Studio di vari casi di condizioni iniziali e al bordo. Studio dell'equazione del calore con termini di sorgente e condizioni al bordo nulle. Studio dell'equazione del calore con condizioni al bordo arbitrarie. Introduzione alle equazioni ellittiche. Coordinate sferiche e polari. Formula di rappresentazione tramite la formula di Green. Proprietà delle funzioni armoniche. Principio del massimo. Risultati unicità problema interno. Teoremi di confronto. Studio del caso del cerchio. Formula di Poisson. Formulazione problema esterno. Teoremi di unicità nel piano e nello spazio. Problema esterno relativo al cerchio. Funzione di Green. Soluzione in una sfera. Soluzione in un semispazio. Teoria del potenziale. Potenziale volumetrico in 2 e 3 dimensioni. Esistenza e derivabilità del potenziale volumetrico. Calcolo del Laplaciano sul potenziale volumetrico. Introduzione alla Meccanica quantistica. Equazione di Schroedinger. Separazione di variabili. Particella libera in un intervallo. Barriera di potenziale. Oscillatore armonico. Atomo di idrogeno.

#### Testi

A.N. Tichonov, A.A. Samarskij Equazioni della Fisica Matematica Edizioni MIR

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

### Prerequisites

### Programme

Classification of the semilinear partial differential equations in any dimension. Classification in 2 dimensions and canonical forms. Wave equation in an interval using the separation of variables method: homogeneous case, general case. Wave equation on the line: D'Alembert's solution. The half line case. Wave equation in  $\mathbb{R}^3$ . Heat equation: deduction from a random walk on the line. Solution of the heat equation on the line. Maximum principle. Applications of the maximum principle to unicity theorems. Heat equation in a interval using the separation of variables method. Different generalizations of this problem. Introduction to the elliptic equations. Laplacian in spherical and cylindrical coordinate systems. Representation formula via Green's formula. Properties of harmonic functions. Maximum principle. Unicity results for the inner problems. Problem of existence for a circular domain. Poisson formula. External problems. Unicity theorems in the plane and in the space. External problem for the circle. Green functions: applications to the sphere case and in the semispace case. Potential theory. Introduction to Quantum Mechanics. Schroedinger equation. Separation of variables. Free particle in a interval. Potential barrier. Harmonic oscillator. Hydrogen atom.

### Reference books

A.N. Tichonov, A.A. Samarskij Equazioni della Fisica Matematica Edizioni MIR

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA

( FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo A )

**Docente:** GENTILE GUIDO

### Italiano

### Prerequisiti

Nessuno.

### Programma

Sistemi dinamici lineari. Oscillatore armonico forzato con o senza attrito. Insieme limite e cicli limite. Sistemi planari. Sistemi gradiente. Teoremi di stabilità. Equazioni di Lotka-Volterra. Equazione di van der Pol. Angoli di Eulero. Equazioni di Eulero per la dinamica del corpo rigido.

### Testi

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, disponibile online G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, disponibile online

### Bibliografia di riferimento

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

### Modalità erogazione

Lezioni frontali. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

### Modalità di valutazione

L'esame consiste in un colloquio orale in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione, con riferimento ai testi utilizzati e/o alle note distribuite a lezione. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

### English

### Prerequisites

None.

### Programme

Linear dynamic systems. Forced harmonic oscillation in the presence or absence of dissipation. Limit sets and limit cycles. Planar systems. Gradient systems. Stability theorems. Lotka-Volterra equations. Van der pol equation. Euler angles. Euler's equations describing the dynamics of a rigid body.

### Reference books

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, available online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, available online

### Reference bibliography

V.I. Arnol'd, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer (1989). A. Fasano & S. Marmi, Analytical Mechanics, Oxford University Press (2006). G. Gallavotti, The Elements of Mechanics, Springer (1983). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Mechanics, Pergamon Press (1960).

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410416 - FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA

( FM410-COMPLEMENTI DI MECCANICA ANALITICA - Modulo B )

**Docente:** GENTILE GUIDO

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuno.

#### Programma

Trottola di Lagrange. Trasformazione canoniche. Parentesi di Poisson e condizione di Lie. Funzioni generatrici. Teoria delle perturbazioni. Equazione omologica. Sistemi isocroni e anisocroni. Serie di Birkhoff. Teoria perturbativa a tutti gli ordini per sistemi isocroni e teorema di Nechorošev. Teorema KAM.

#### Testi

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, disponibile online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, disponibile online

#### Bibliografia di riferimento

V.I. Arnol'd, Metodi Matematici della Meccanica Classica. Editori Riuniti, (1979). G. Dell'Antonio, Elementi di Meccanica. Liguori Editore, (1996). A. Fasano & S. Marmi, Meccanica analitica. Bollati Boringhieri, (1994). G. Gallavotti, Meccanica Elementare. Bollati-Boringhieri, (1980). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Meccanica. Editori Riuniti, (1976).

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

#### Modalità di valutazione

L'esame consiste in un colloquio orale in cui lo studente dovrà discutere gli argomenti trattati a lezione, con riferimento ai testi utilizzati e/o alle note distribuite a lezione. [Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti.]

### English

#### Prerequisites

None.

#### Programme

Trottola di Lagrange. Trasformazione canoniche. Parentesi di Poisson e condizione di Lie. Funzioni generatrici. Teoria delle perturbazioni. Equazione omologica. Sistemi isocroni e anisocroni. Serie di Birkhoff. Teoria perturbativa a tutti gli ordini per sistemi isocroni e teorema di Nekhoroshev. Teorema KAM.

#### Reference books

G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 1. Equazioni differenziali ordinarie, analisi qualitativa e alcune applicazioni, available online  
G. Gentile, Introduzione ai sistemi dinamici. 2. Meccanica lagrangiana e hamiltoniana, available online

#### Reference bibliography

V.I. Arnol'd, Mathematical Methods of Classical Mechanics, Springer (1989). A. Fasano & S. Marmi, Analytical Mechanics, Oxford University Press (2006). G. Gallavotti, The Elements of Mechanics, Springer (1983). L.D. Landau & E.M. Lifshitz, Mechanics, Pergamon Press (1960).

#### Study modes

-

#### Exam modes

## 20410448 - FS410 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA FISICA

**Docente:** DI NARDO ROBERTO

### Italiano

#### Prerequisiti

frequenza dei corsi di fisica generale FS110 (Fisica I) e FS220 (Fisica II)

#### Programma

Grandezze Fisiche. Grandezze fisiche Intensive ed Estensive. Misure dirette e indirette. Grandezze di Base e Derivate. Unità di misura. Sistemi di unità di misura. Cambiamento di unità di misura. Dimensioni fisiche principio di omogeneità e analisi dimensionale. Strumenti di misura. Strumenti Analogici e Digitali. Caratteristiche degli strumenti di misura: Portata, Soglia, Risoluzione, Linearità e Sensibilità. Accuratezza e Precisione degli strumenti. Incertezza nella misurazione. Definizione di Errore di misura. Errori casuali ed errori sistematici. Concetto di incertezza di misura. Cause delle incertezze. Incertezze di Tipo A e Tipo B. Analisi grafica dei dati Uso di Tabelle e grafici per la rappresentazione e l'analisi preliminare dei dati senza l'ausilio degli strumenti statistici. Grafici lineari, semi-logaritmici, doppio-logaritmici. Istogrammi. Propagazione delle incertezze. Incertezza nelle misurazioni indirette. Propagazione delle incertezze per grandezze indipendenti. Variabili casuali correlate. Definizione di coefficiente di correlazione. Propagazione delle incertezze per grandezze correlate Programma di laboratorio - Misurazioni di grandezze fondamentali: massa, lunghezza, tempo – Determinazione dell'incertezza sulla misura: sensibilità dello strumento, –Deviazione standard in misure ripetute, propagazione delle incertezze - Incertezza sulla media in misure ripetute e dipendenza dalle dimensioni del campione – Studio del pendolo semplice: verifica dell'indipendenza del periodo dalla massa, studio della dipendenza del periodo dalla lunghezza, misura di g – Studio del moto di un carrello sul piano inclinato, effetto dell'attrito, misura di g - Studio statico e dinamico della costante elastica di una molla – Misurazione di resistenze con metodo voltamperometrico, studio di un partitore resistivo – Studio della diffrazione, verifica della legge di Snell

#### Testi

materiale che verrà fornito durante il corso dai docenti

#### Bibliografia di riferimento

John R. Taylor - "Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche"

#### Modalità erogazione

lezioni frontali in aula per gli aspetti teorici e l'introduzione alle misure di laboratorio, progettazione e realizzazione di misure in laboratorio Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare si applicheranno le seguenti modalità: - lezioni da remoto su piattaforma Teams - attività di laboratorio da remoto

#### Modalità di valutazione

presentazione di un modulo didattico per scuole medie (inferiori o superiori) che includa la discussione di un'esperienza di laboratorio

### English

#### Prerequisites

attendance to the general physics courses FS110 (Fisica I) and FS220 (Fisica II)

#### Programme

Physical quantities. Intensive and extensive physical quantities. Direct and indirect measurements. Basic and derived quantities. Units of measurement. Units of measurement systems. Change of units. Dimensions, physical principle of homogeneity and dimensional analysis. Measurement tools. Analogical and Digital Instruments. Characteristics of the instruments: Range, Threshold, Resolution, Linearity and Sensitivity. Accuracy and Precision. Uncertainty in measurements. Definition of measurement error. Random errors and systematic errors. Concept of measurement uncertainty. Causes of uncertainties. Uncertainties of Type A and Type B. Graphical analysis of data. Usage of tables and graphs for representation and preliminary analysis of data without the use of statistical tools. Linear, semi-logarithmic graphs, Double-logarithmic. Histograms. Propagation of uncertainties. Uncertainty in indirect measurements. Propagation of uncertainties for independent quantities. Correlated random variables. Definition of correlation coefficient. Propagation of uncertainties for correlated quantities. Laboratory program - Measurements of fundamental quantities: mass, length, time - Determination of measurement uncertainty: sensitivity of the instrument, - Standard deviation in repeated measurements, propagation of uncertainties - Uncertainty on the average in repeated measurements and dependence on sample size - Study of the pendulum: verification of the independence of the period from the mass, study of the dependence of the period on the length, measurement of g - Study of the motion of a cart on the inclined plane, effect of friction, measurement of g - Static and dynamic study of the elastic constant of a spring - Measurement of resistances with voltamperometric method, study of a resistive voltage divider - Study of diffraction, verification of Snell's law

#### Reference books

notes distributed during the classes

#### Reference bibliography

John R. Taylor - "Introduzione all'analisi degli errori. Lo studio delle incertezze nelle misure fisiche"

#### Study modes

-

#### Exam modes

## 20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA

**Docente:** TARANTINO CECILIA

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

Meccanica quantistica: Crisi della fisica classica. Onde e particelle. Vettori di stato ed operatori. Misure ed osservabili. Operatore di posizione. Traslazioni e impulso. Evoluzione temporale ed equazione di schrodinger. Parità. Problemi unidimensionali. Oscillatore armonico. Simmetrie e leggi di conservazione. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo.

#### Testi

Dispense disponibili sul sito del corso J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Seconda Edizione [Zanichelli, Bologna, 2014]

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

Quantum mechanics: The crisis of classical physics. Waves and particles. State vectors and operators. Measurements and observables. The position operator. Translations and momentum. Time evolution and the schrodinger equation. Parity. One-dimensional problems. Harmonic oscillator. Symmetries and conservation laws. Time independent perturbation theory. Time dependent perturbation theory.

#### Reference books

Lecture notes available on the course website J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Seconda Edizione [Zanichelli, Bologna, 2014] An english version of the book is also available: Sakurai J.J., Modern Quantum Mechanics (Revised Edition) [Addison-Wesley, 1994]

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410436 - FS420 - MECCANICA QUANTISTICA

**Docente:** LUBICZ VITTORIO

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

Meccanica quantistica: Crisi della fisica classica. Onde e particelle. Vettori di stato ed operatori. Misure ed osservabili. Operatore di posizione. Traslazioni e impulso. Evoluzione temporale ed equazione di schrodinger. Parità. Problemi unidimensionali. Oscillatore armonico. Simmetrie e leggi di conservazione. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo.

#### Testi

Dispense disponibili sul sito del corso J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Seconda Edizione [Zanichelli, Bologna, 2014]

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

Quantum mechanics: The crisis of classical physics. Waves and particles. State vectors and operators. Measurements and observables. The position operator. Translations and momentum. Time evolution and the schrodinger equation. Parity. One-dimensional problems. Harmonic oscillator. Symmetries and conservation laws. Time independent perturbation theory. Time dependent perturbation theory.

#### Reference books

Lecture notes available on the course website J.J. Sakurai, Jim Napolitano - Meccanica Quantistica Moderna - Seconda Edizione [Zanichelli, Bologna, 2014] An english version of the book is also available: Sakurai J.J., Modern Quantum Mechanics (Revised Edition) [Addison-Wesley, 1994]

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410434 - FS450 - ELEMENTI DI MECCANICA STATISTICA

**Docente:** RAIMONDI ROBERTO

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

PROGRAMMA DEL CORSO: i numeri tra parentesi fanno riferimento al capitolo e paragrafo del libro di testo adottato Teoria cinetica. Equazione di Boltzmann. Teorema H. (1, Par.2.1,2.2,2.3,2.4) Distribuzione di Maxwell-Boltzmann. (1, Par. 2.5) Spazio delle fasi e Teorema di Liouville. (1, Par. 3.1,3.2) Ensembles di Gibbs. Ensemble microcanonico. Entropia. (1, Par. 3.3,3.4) Gas perfetto nell'ensemble microcanonico. (1, Par. 3.6) Teorema di equipartizione. (1, Par. 3.5) Ensemble canonico. (1, Par.4.1). Funzione di partizione ed energia libera. Fluttuazioni di energia. (1 Par. 4.4) Ensemble gran canonico. Granpotenziale. Il gas perfetto nell'ensemble gran canonico (1 Par. 4.3). Fluttuazioni del numero di particelle. (1 Par. 4.4) Teoria classica della risposta lineare e teorema di fluttuazione-dissipazione. (1, Par. 8.4). Teoria del moto Browniano di Einstein e Langevin. (Par. 1 par. 11.1,11.2). Teoria del rumore termico di Johnson-Nyquist. (1 Par. 11.3). Meccanica Statistica quantistica e matrice densita'. (1, Par. 6.2,6.3,6.4) Statistiche quantistiche di Fermi-Dirac e Bose-Einstein (1, Par. 7.1) Il gas di Fermi. Sviluppo di Sommerfeld. Calore specifico elettronico. (1, Par. 7.2) Il gas di Bose. Condensazione di Bose-Einstein. (1, Par. 7.3) Teoria della radiazione di corpo nero. (1, Par. 7.5) Pagina web del corso con materiale supplementare <https://sites.google.com/a/personale.uniroma3.it/robertoraimondi/home/teaching/elementi>

#### Testi

Testo di riferimento: 1) C. Di Castro and R. Raimondi, Statistical Mechanics and Applications in Condensed Matter, Cambridge University Press, 2015. Altri testi consigliati: 2) K. Huang, Meccanica Statistica, Zanichelli, 1997. 3) L. Peliti, Appunti di Meccanica Statistica, Bollati Boringhieri, 2003. 4) Joel L. Lebowitz, Statistical mechanics: A selective review of two central issues, Reviews of Modern Physics, 71, S346 (1999). Ulteriori informazioni disponibili su: <https://sites.google.com/a/personale.uniroma3.it/robertoraimondi/home/teaching/elementi>

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

CONTENTS OF THE LECTURES: the numbers in round brackets refer to the chapter and section of the textbook adopted. Kinetic theory of gases. Boltzmann equation and H theorem. (1, Par.2.1,2.2,2.3,2.4) Maxwell-Boltzmann distribution. (1, Par. 2.5) Phase space and Liouville theorem. (1, Par. 3.1,3.2) Gibbs ensembles. Micro canonical ensemble. Definition of entropy. (1, Par. 3.3,3.4) The ideal



gas in the micro canonical ensemble. (1, Par. 3.6) The equipartition theorem. (1, Par. 3.5) The canonical ensemble. (1, Par.4.1). The partition function and the free energy. Fluctuations of energy in the canonical ensemble. (1 Par. 4.4) The grand canonical ensemble. The grand potential. The ideal gas in the grand canonical ensemble. (1 Par. 4.3). Fluctuations of the particle number. (1 Par. 4.4) Classical theory of the linear response and fluctuation-dissipation theorem. (1, Par. 8.4). Einstein and Langevin theories of the Brownian motion. (Par. 1 par. 11.1,11.2). Johnson-Nyquist theory of thermal noise. (1 Par. 11.3). Quantum statistical mechanics and the density matrix. (1, Par. 6.2,6.3,6.4) Fermi-Dirac and Bose-einstein quantum statistics. ( 1, Par. 7.1) The Fermi gas. The Sommerfeld expansion and the electron specific heat. (1, Par. 7.2) The Bose gas. The Bose-Einstein condensation. (1, Par. 7.3) Quantum theory of black-body radiation. (1, Par. 7.5) Web page with additional material about the lecture course  
<https://sites.google.com/a/personale.uniroma3.it/robertoraimondi/home/teaching/elementi>

### Reference books

Suggested textbook: 1) C. Di Castro and R. Raimondi, Statistical Mechanics and Applications in Condensed Matter, Cambridge University Press, 2015. Further reading: 2) K. Huang, Meccanica Statistica, Zanichelli, 1997. 3) L. Peliti, Appunti di Meccanica Statistica, Bollati Boringhieri, 2003. 4) Joel L. Lebowitz, Statistical mechanics: A selective review of two central issues, Reviews of Modern Physics, 71, S346 (1999). Further information is available on  
<https://sites.google.com/a/personale.uniroma3.it/robertoraimondi/home/teaching/elementi>

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410411 - GE310 - ISTITUZIONI DI GEOMETRIA SUPERIORE

**Docente:** PONTECORVO MASSIMILIANO

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

1. Classificazione topologica di curve e superfici. Variet' a topologiche e topologia quoziente; richiami. Triangolazioni. Classificazione topologica delle curve. Superfici e loro orientabilit' a. Somma connessa. Superfici e poligoni etichettati. Caratteristica di Eulero. Teorema di classificazione topologica delle superfici compatte. 2. Curve in R3. Curve lisce, curve regolari. Immersioni e imbedding. Lunghezza di una curva regolare e ascissa curvilinea. Curvatura e torsione. Curve piane, curvatura con segno, teorema fondamentale della geometria locale delle curve piane. 3. Superfici regolari in R3. Definizione, coordinate locali: esempi. Ogni superficie regolare `e local- mente il grafico di una funzione. Immagine inversa di un valore regolare. Funzioni, applicazioni lisce e diffeomorfismi su una superficie. Piano tangente e derivata di un'applicazione. Esempio: la funzione 'altezza da un piano'. Versore normale, applicazione di Gauss, e orientazione. Superfici orientabili, il nastro di Mo #bius non `e orientabile. 4. L'Applicazione di Gauss di una superficie in R3. La prima forma fondamentale di una superficie nello spazio Euclideo: espressione in coordinate locali, esempi. Operatore autoaggiunto e forma bilineare simmetrica associata, teorema spettrale: l'operatore Forma e la seconda forma fondamentale di una superficie in R3, curvature principali. Curvatura Media e di Gauss, punti ellittici, iperbolici, parabolici e planari. Esempi. Studio della funzione 'seconda forma fondamentale ristretta al cerchio tangente unitario': curvatura normale. Teorema di Meusnier. Direzioni di curvatura e direzioni asintotiche. Linee di curvatura: teorema di Olinde Rodrigues. Una superficie con tutti punti ombelicali `e contenuta in un piano o in una sfera. 5. Significato geometrico della curvatura di Gauss. Segno della curvatura di Gauss e posizione del piano tangente. Studio della funzione 'distanza di una superficie da un piano': punti critici e inter- pretazione geometrica della segnatura dell'Hessiana nei punti critici. Studio della funzione 'distanza da un punto' e curvatura di Gauss in un punto di massimo. Applicazioni alle superfici compatte. Superfici rigate, superfici Minime. 6. Isometrie di superfici. Movimenti rigidi di R3 e isometrie di superfici. Isometrie locali, esempi. Isometrie conformi e coordinate isoterme. Calcolo dell'operatore Forma in coordinate isoterme. Equazione di Gauss e dimostrazione del Theorema Egregium. Esempi, controesempi e applicazioni. 7. Esercizi. Parte integrante del corso e strumento centrale per la preparazione all'esame scritto sono gli esercizi che potete trovare sui libri di testo e/o distribuiti in classe e quelli disponibili sul sito della didattica interattiva del corso. 8. Laboratorio: 12 ore di laboratorio per la visualizzazione e il calcolo su curve e superfici.

#### Testi

[1] J.M. Lee, Introduction to topological manifolds. Springer, (2000). - - <http://dx.doi.org/10.1007/b98853> [2] M. Do Carmo , Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice Hall, (1976). [3] E. Sernesi, Geometria 2. Boringhieri, (1994). [4] M.Abate, F.Tovena, Curve e Superfici. Springer, (2006).

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme



1. Topological classification of curves and compact surfaces. Triangulations, Euler characteristic. 2. Smooth and regular curves in Euclidean space. Immersions and imbeddings. Arc length. Curvature and the Fundamental Theorem of local geometry of plane curves. 3. Regular surfaces in  $\mathbb{R}^3$ , local coordinates. Inverse image of a regular value. Maps and diffeomorphisms. Tangent plane and derivative of a map. Normal unit vector, orientation and the Gauss map of a surface in  $\mathbb{R}^3$ . Orientable surfaces, examples. The Moebius band is non-orientable. 4. Riemannian metric, examples. The shape operator is self-adjoint. Principal and asymptotic directions. The Mean and Gauss curvatures. 5. The geometry of the Gauss map. The sign of the Gauss curvature and position of the tangent plane. Theorems of Meusnier and Olinde Rodrigues. Geometric properties of compact surfaces, Minimal surfaces and Ruled surfaces. 6. Isometries and local isometries. The Shape operator in isothermal coordinates. Proof of Gauss' Theorema Egregium. Examples, counter-examples and applications. 7. Homeworks. 8. 12 hours of lab for the visualization and computation on curves and surfaces.

### Reference books

[1] J.M. Lee, Introduction to topological manifolds. Springer, (2000). - - <http://dx.doi.org/10.1007/b98853> [2] M. Do Carmo , Differential Geometry of Curves and Surfaces. Prentice Hall, (1976). [3] E. Sernesi, Geometria 2. Boringhieri, (1994). [4] M.Abate, F.Tovena, Curve e Superfici. Springer, (2006).

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410449 - GE410 - GEOMETRIA ALGEBRICA 1

**Docente:** LOPEZ ANGELO

### Italiano

#### Prerequisiti

Conoscenze di base di topologia ed algebra

#### Programma

Spazi affini Topologia di Zariski. Chiusi affini ed ideali radicali. Teorema degli zeri di Hilbert. Corrispondenza tra chiusi e ideali radicali. Spazi topologici noetheriani. Chiusi irriducibili, componenti irriducibili. Funzioni regolari su chiusi affini. Applicazioni regolari, isomorfismi. Aperti principali. Esempi. Le proiezioni sono aperte. Morfismi finiti. Varietà Spazi proiettivi e topologia di Zariski su essi. Varietà quasi-proiettive. Applicazioni razionali e regolari. Ipersuperfici proiettive. Equivalenza birazionale. Aperti principali e chiusi affini. Varietà affini. Dimensione di varietà quasi-proiettive. Morfismi finiti e genericamente finiti. Caratterizzazioni dell'equivalenza birazionale. Caratterizzazione di morfismi genericamente finiti. Insiemi costruibili e teorema di Chevalley. Ogni varietà è birazionale ad un'ipersuperficie. Geometria locale L'anello locale di una varietà in un suo punto. Spazio cotangente. Spazio tangente. Punti singolari e non singolari.

#### Testi

L. Caporaso Introduzione alla geometria algebrica Appunti del corso disponibili su richiesta all'autrice I. Shafarevich Basic Algebraic geometry Springer-Verlag, Berlin, 1994

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Il corso avverrà con la consueta lezione in classe. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare si potranno avere sia lezioni in classe che in remoto, ed esami in remoto.

#### Modalità di valutazione

L'esame si svolge, di norma, in forma seminariale esponendo un argomento di approfondimento concordato e seguito dal docente ed in presenza degli altri studenti.

### English

#### Prerequisites

Basic knowledge in topology and algebra

#### Programme

Affine Spaces Zariski topology. Affine closed subsets and radical ideals. Theorem of the zeros of Hilbert. Correspondence between closed subsets and radical ideals. Noetherian topological spaces. Irreducible closed subsets, irreducible components. Regular functions of affine closed subsets. Regular maps, isomorphisms. Principal open subsets. Examples. Projections are open. Finite morphisms. Varieties Projective spaces and their Zariski topology. Quasi-projective varieties. Rational and regular maps. Projective hypersurfaces. Birational equivalence. Principal open subsets and affine closed subsets. Affine varieties. Dimension of quasi-projective varieties. Finite and generically finite morphisms. Characterizations of birational equivalence. Characterization of generically finite morphisms. Constructible sets, Chevalley's theorem. Every variety is birational to a hypersurface. Local geometry Local ring of a variety in a point. Zariski cotangent space. Zariski tangent space. Singular and non singular points.

#### Reference books

L. Caporaso Introduction to algebraic geometry Notes of the course I. Shafarevich Basic Algebraic geometry Springer-Verlag, Berlin, 1994

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410426 - IN480 - CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO

**Docente:** PAOLUZZI ALBERTO

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

Breve introduzione al linguaggio Julia per calcolo scientifico. Introduzione alle architetture parallele. Principi di progetto di algoritmi paralleli. Tecniche di programmazione parallela e distribuita con Julia. Primitive di comunicazione e sincronizzazione: paradigma MPI. Linguaggi basati su direttive: OpenMP. Metriche di prestazione dei programmi paralleli. Operazioni matriciali e sistemi lineari densi: Cenni a BLAS, LAPACK, scaLAPACK. Sistemi lineari sparsi. Cenni a CombBLAS, GraphBLAS.

#### Testi

1. [Lecture slides and diary](<https://github.com/cvdlab-courses/pdc/blob/master/schedule.md>) 2. [Learning Julia](<https://www.manning.com/books/julia-in-action>) 3. Blaise N. Barney, [HPC Training Materials]([https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel\\_comp/](https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel_comp/)), per gentile concessione del Lawrence Livermore National Laboratory's Computational Training Center 4. J. Dongarra, J. Kurzak, J. Demmel, M. Heroux, [Linear Algebra Libraries for High- Performance Computing: Scientific Computing with Multicore and Accelerators](<http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/SLIDES/sc2011-tutorial.pdf>), SuperComputing 2011 (SC11)

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

Short introduction to Julia for scientific programming. Introduction to parallel architectures. Design principles of parallel algorithms. Parallel and distributed programming with Julia. Communication and synchronization primitives: MPI paradigm. Directive-based languages: OpenMP. Performance metrics of parallel programs. Matrix operations and dense linear systems: mentions to BLAS, LAPACK, scaLAPACK. Sparse linear systems. Mentions to CombBLAS and GraphBLAS.

#### Reference books

1. [Lecture slides and diary](<https://github.com/cvdlab-courses/pdc/blob/master/schedule.md>) 2. [Learning Julia](<https://www.manning.com/books/julia-in-action>) 3. Blaise N. Barney, [HPC Training Materials]([https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel\\_comp/](https://computing.llnl.gov/tutorials/parallel_comp/)), per gentile concessione del Lawrence Livermore National Laboratory's Computational Training Center 4. J. Dongarra, J. Kurzak, J. Demmel, M. Heroux, [Linear Algebra Libraries for High- Performance Computing: Scientific Computing with Multicore and Accelerators](<http://www.netlib.org/utk/people/JackDongarra/SLIDES/sc2011-tutorial.pdf>), SuperComputing 2011 (SC11)

#### Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410451 - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1

(LM410 -TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO A )

**Docente:** TORTORA DE FALCO LORENZO

## Italiano

### Prerequisiti

Nessuno

### Programma

Parte 1: Alcune nozioni preliminari. Relazioni d'ordine e alberi, definizioni induttive, dimostrazioni per induzione, assioma di scelta e lemma di König. Parte 2: Dimostrabilità e soddisfacibilità. Linguaggio formale del primo ordine: alfabeto, termini, formule, sequenti. Strutture per un linguaggio del primo ordine: strutture, termini e formule a parametri in una struttura, valutazione di termini, formule e sequenti. Calcolo dei sequenti per la logica del primo ordine: il calcolo dei sequenti LK di Gentzen. Sequenti derivabili e derivazioni. Correttezza delle regole di LK. Analisi canonica e teorema fondamentale: costruzione dell'analisi canonica (con e senza tagli) e dimostrazione del teorema fondamentale dell'analisi canonica. Conseguenze del teorema fondamentale dell'analisi canonica: teoremi di completezza, eliminabilità del taglio, compattezza, Löwenheim-Skolem. Parte 3: Verso la teoria della dimostrazione: il teorema di eliminazione del taglio. La procedura di eliminazione del taglio. Definizione dei passi elementari di eliminazione del taglio. Prima strategia dimostrativa (riduzione a grandi passi). Seconda strategia dimostrativa (rovesciamento delle derivazioni). Cenni sulla complessità della procedura di eliminazione del taglio. Qualche conseguenza immediata del teorema di eliminazione del taglio.

### Testi

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 1 Dimostrazioni e modelli al primo ordine, Springer, 2014

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso prevede Didattica frontale; Discussioni con gli studenti e dibattiti sugli argomenti trattati; Esercitazioni; La frequenza non è obbligatoria ma è vivamente raccomandata. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le modalità di svolgimento delle attività didattiche. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere il corso a distanza preservando, per quanto possibile, l'interattività durante le lezioni.

### Modalità di valutazione

Esame scritto e/o orale, di durata variabile, in media tra 45 e 60 minuti. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le modalità di svolgimento degli esami. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere gli esami a distanza.

## English

### Prerequisites

No specific prerequisite.

### Programme

Part 1: Some preliminary notions. Order relations and trees, inductive definitions, proofs by induction, axiom of choice and König's lemma. Part 2: Provability and satisfiability. First order formal language: alphabet, terms, formulas, sequents. Structures for first order languages: structures, terms and formulas with parameters in a structure, value of terms, formulas and sequents. The calculus of sequents for first order logic: Gentzen's LK. Derivable sequents and derivations. Correctness of the rules of LK. Canonical analysis and fundamental theorem: construction of the canonical analysis (with and without cuts) and proof of the fundamental theorem of the canonical analysis. Consequences of the fundamental theorem: completeness theorem, compactness theorem, eliminability of cuts, Löwenheim-Skolem's theorem. Part 3: Towards proof-theory: the cut-elimination theorem. The cut-elimination procedure. Definition of the elementary steps of cut-elimination. First proof strategy (big reduction steps). Second proof strategy (reversion of derivations). The complexity of the cut-elimination procedure (sketch). Some immediate consequences of the cut-elimination theorem.

### Reference books

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 1 Dimostrazioni e modelli al primo ordine, Springer, 2014

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410451 - LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1

(LM410 - TEOREMI SULLA LOGICA 1 - MODULO B)

**Docente:** TORTORA DE FALCO LORENZO

## Italiano

### Prerequisiti

Il modulo A del corso.

### Programma

Dimostrazione del teorema di compattezza per linguaggi di cardinalità qualsiasi. Linguaggi con uguaglianza. Il teorema di compattezza

per i linguaggi con uguaglianza. Correttezza e completezza per i linguaggi con uguaglianza. Il teorema di Löwenheim-Skolem per i linguaggi con uguaglianza (numerabili). Limiti espressivi del linguaggio del primo ordine. Equivalenza elementare, sottostrutture, sottostrutture elementari. Isomorfismo ed equivalenza elementare. La nozione di sottostruttura. Sottostrutture elementari e diagrammi. I teoremi di preservazione. Generalizzazioni del teorema di Löwenheim-Skolem. Completezza di una teoria.

### Testi

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 1 Dimostrazioni e modelli al primo ordine, Springer, 2014

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso prevede Didattica frontale; Discussioni con gli studenti e dibattiti sugli argomenti trattati; Esercitazioni; La frequenza non è obbligatoria ma è vivamente raccomandata. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le modalità di svolgimento delle attività didattiche. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere il corso a distanza preservando, per quanto possibile, l'interattività durante le lezioni.

### Modalità di valutazione

Esame scritto e/o orale, di durata variabile, in media tra 30 e 45 minuti. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le modalità di svolgimento degli esami. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere gli esami a distanza.

### English

#### Prerequisites

Modulo A of the course.

#### Programme

Proof of the compactness theorem for languages of any cardinality. Languages with equality. The compactness theorem for languages with equality. Correctness and completeness for languages with equality. Löwenheim-Skolem's theorem for (denumerable) languages with equality. The limits of the expressive power of first order languages. Elementary equivalence, substructures, elementary substructures. Isomorphisms and elementary equivalence. The notion of substructure. Elementary substructures and diagrams. The preservation theorems. Generalisations of the Löwenheim-Skolem's theorem. Completeness of a theory.

#### Reference books

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 1 Dimostrazioni e modelli al primo ordine, Springer, 2014

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410455 - LM420 - TEOREMI SULLA LOGICA 2

**Docente:** TORTORA DE FALCO LORENZO

### Italiano

#### Prerequisiti

È richiesta una conoscenza preliminare dei teoremi fondamentali sulla logica del primo ordine

#### Programma

Logica ed Aritmetica: l'incompletezza Parte 1: Decidibilità e risultati fondamentali di teoria della ricorsività. Funzioni ricorsive primitive e funzioni elementari: definizioni ed esempi, codifica elementare delle successioni finite di interi, caratterizzazione alternativa dell'insieme delle funzioni elementari. La funzione di Ackermann e le funzioni (parziali) ricorsive. Gerarchia aritmetica e rappresentazione (in  $N$ ) delle funzioni ricorsive. Aritmetizzazione della sintassi: codifica dei termini e delle formule, la soddisfacibilità in  $N$  delle formule Delta è elementare, codifica dei sequenti e delle derivazioni. I teoremi fondamentali della teoria della ricorsività. Decidibilità, semi-decidibilità, indecidibilità. Parte 2: L'aritmetica di Peano. Gli assiomi di Peano e gli assiomi di Peano al primo ordine. I modelli dell'aritmetica di Peano (al primo ordine). Le funzioni rappresentabili nell'aritmetica di Peano (al primo ordine). Incompletezza ed indecidibilità: teorema di indecidibilità di Church, punto fisso, primo teorema di incompletezza di Gödel, secondo teorema di incompletezza di Gödel, osservazioni conclusive sull'incompletezza, cenni su incompletezza e logica del secondo ordine.

### Testi

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 2 Incompletezza, teoria assiomatica degli insiemi, Springer, 2018

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Il corso prevede Didattica frontale; Discussioni con gli studenti e dibattiti sugli argomenti trattati; Esercitazioni; La frequenza non è obbligatoria ma è vivamente raccomandata. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le

modalità di svolgimento delle attività didattiche. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere il corso a distanza preservando, per quanto possibile, l'interattività durante le lezioni.

### Modalità di valutazione

Esame orale, di durata variabile, in media tra 45 e 60 minuti. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le modalità di svolgimento degli esami. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere gli esami a distanza.

### English

#### Prerequisites

A basic knowledge of the fundamental theorems on first order logic is required

#### Programme

Logic and Arithmetic: incompleteness Part 1: Decidability and fundamental results of recursion theory. Primitive recursive functions and elementary functions: definitions and examples, elementary coding of the finite sequences of natural numbers, an alternative definition of the set of elementary functions. Ackermann's function and the (partial) recursive functions. Arithmetical hierarchy and representation (in  $N$ ) of recursive functions. Arithmetization of syntax: coding of terms and formulas, satisfiability in  $N$  of Delta formulas is elementary, coding of sequence and derivations. The fundamental theorems of recursion theory. Decidability, semi-decidability, undecidability. Part 2: Peano arithmetic. Peano's axioms and first order Peano's axioms. The models of (first order) Peano arithmetic. The representable functions in (first order) Peano arithmetic. Incompleteness and undecidability: Church's undecidability theorem, fixed point, Gödel's first incompleteness theorem, Gödel's second incompleteness theorem, final remarks on incompleteness, hints on incompleteness and second order logic.

#### Reference books

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 2 Incompletezza, teoria assiomatica degli insiemi, Springer, 2018

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20410458 - LM430 - TEORIE LOGICHE 2

**Docente:** TORTORA DE FALCO LORENZO

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuno in particolare. È opportuna una conoscenza preliminare dei concetti elementari di matematica insegnati al primo anno di università.

#### Programma

Introduzione alla teoria degli insiemi: aggregati ed insiemi, necessità di una teoria, ordinali e cardinali, antinomie e paradossi, principali caratteristiche della teoria assiomatica. La teoria assiomatica di Zermelo (Z) e quella di Zermelo-Fraenkel (ZF): preliminari e convenzioni, la teoria di Zermelo, l'assioma di rimpiazzamento e la teoria di Zermelo-Fraenkel, estensioni del linguaggio per definizione. Gli ordinali: ordini, buoni ordini e buona fondatezza, buona fondatezza e principio di induzione, i numeri ordinali, buoni ordini ed ordinali, l'induzione ordinale (dimostrazioni e definizioni), argomento diagonale ed ordinali limite, assioma dell'infinito ed aritmetica ordinale, cenni sull'uso degli ordinali in teoria della dimostrazione. Assioma di scelta: formulazioni equivalenti (e dimostrazione dell'equivalenza), insiemi infiniti e assioma di scelta. I cardinali: equipotenza ed insiemi infiniti, i numeri cardinali, aritmetica cardinale.

#### Testi

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 2 Incompletezza, teoria assiomatica degli insiemi, Springer, 2018

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Il corso prevede Didattica frontale; Discussioni con gli studenti e dibattiti sugli argomenti trattati; La frequenza non è obbligatoria ma è vivamente raccomandata. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le modalità di svolgimento delle attività didattiche. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere il corso a distanza preservando, per quanto possibile, l'interattività durante le lezioni.

#### Modalità di valutazione

Esame orale, di durata variabile, in media tra 45 e 60 minuti. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 verranno valutate le modalità di svolgimento degli esami. Si cercherà di limitare l'inevitabile danno agli studenti dovuto ad un'eventuale necessità di tenere gli esami a distanza.

### English

#### Prerequisites

No specific prerequisite. Some knowledge of the elementary mathematical concepts taught in the first university courses will help.

### Programme

Introduction to set theory: aggregates and sets, necessity of a theory, ordinals and cardinals, antinomies and paradoxes, main characteristics of axiomatic set theory. Zermelo's axiomatic set theory and Zermelo-Fraenkel's axiomatic set theory: preliminaries and conventions, Zermelo's axioms, the replacement axiom and Zermelo-Fraenkel's theory, extensions of the language by definition. Ordinals: orders, well-orders and well-foundedness, well-foundedness and induction principle, the ordinal numbers, well-orders and ordinals, ordinal induction (proofs and definitions), diagonal argument and limit ordinals, infinity axiom and ordinal arithmetic, hints on the use of ordinals in proof-theory. Axiom of choice: equivalent formulations (and proof of the equivalence), infinite sets and axiom of choice. Cardinals: equipotent sets and infinite sets, the cardinal numbers, cardinal arithmetic.

### Reference books

V. Michele Abrusci e Lorenzo Tortora de Falco, Logica. Vol. 2 Incompletezza, teoria assiomatica degli insiemi, Springer, 2018

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI

**Docente:** BRUNO ANDREA

### Italiano

#### Prerequisiti

Algebra e geometria di base

#### Programma

1. Geometria Euclidea: Rudimenti di storia della matematica greca. Le costruzioni con riga e compasso. I problemi classici della matematica greca. Gli Elementi di Euclide. 2. La questione del V Postulato: Il tentativo di Posidonio. Enunciati equivalenti: Playfair, Wallis, la transitività del parallelismo. L'opera di Saccheri. Quadrilateri di Saccheri. Le tre ipotesi. Il Teorema di Saccheri-Lagrange e l'esclusione dell'ipotesi dell'angolo ottuso. La nascita della geometria non-euclidea in Bolyai e in Lobachewski. 3. Le simmetrie del piano: Simmetrie del piano e tipi di simmetrie. Caratterizzazione delle isometrie tramite l'immagine di una terna di punti non allineati. Il Teorema di Chasles. Gruppi discreti di isometrie. Rosoni, fregi e Mosaici. Il Teorema di addizione dell'angolo. Teorema di Leonardo e classificazione dei gruppi discreti finiti. Cenni della dimostrazione della classificazione dei gruppi di fregi. Il Teorema di restrizione cristallografica e la classificazione dei gruppi di mosaici. 4. La geometria di Gauss: La geometria della Sfera. Le geometrie localmente euclidee. Gruppi uniformemente discontinui di isometrie. Il Toro, il nastro di Moebius, la bottiglia di Klein. Classificazione dei gruppi uniformemente discontinui. Cenni della dimostrazione del Teorema di classificazione delle geometrie localmente euclidee 5. Moduli di geometrie sul Toro e geometria iperbolica. Geometrie simili. Geometrie simili sul Toro. La figura modulare. Il modello del semipiano superiore di Poincaré. Rette e distanza. Ciò che ripugna Saccheri e che non ripugnava Aristotele

#### Testi

R. Trudeau: "La rivoluzione non Euclidea" Bollati Boringhieri V. Nikulin, I. Shafarevich "Geometries and groups" Springer ed.

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Lezioni frontali

#### Modalità di valutazione

Esercizi scritti e prova orale

### English

#### Prerequisites

First year algebra and geometry

#### Programme

1. Euclidean Geometry; rudiments of history of Greek Mathematics. Ruler and compass constructions. The classical problems. Euclid's Elements. 2. The V Postulate's problem: Posidonius attempt. Equivalent Postulates: Playfair, Wallis, transitivity of parallelism. Saccheri's work. Saccheri's Quadrilaterals. The three hypotheses. Saccheri-Lagrange's Theorem and the exclusion of obtuse angle hypothesis. The birth of Non-Euclidean Geometry in Bolyai and Lobatchewski. 3. Symmetries of the plane: Isometries of the plane and their type. Characterization of an isometry by the image of three points not on a line, Chasles' Theorem. Discrete groups of isometries. Rosettes, Friezes and Wallpaper groups. The Theorem of addition of the angles. Leonardo's Theorem and the classification of finite groups of isometries. Sketch of the classification of the Frieze groups. Crystallographic restriction's Theorem and the classification of wallpaper groups. 4. Gauss' Geometry; The geometry on the Sphere. Locally euclidean geometries. Uniformly discontinuous groups of isometries. The Torus, Mobius band, Klein bottle. Classification of uniformly discontinuous groups of isometries. Sketch of the proof of the Theorem of classification of locally euclidean geometries 5. Moduli of geometries on the torus and hyperbolic geometry: Similar geometries. Similar geometries on the Torus. The modular figure. Poincaré upper plane model. Lines and distance. What was repugnant to Saccheri and

that was not for Aristotle.

### Reference books

R. Trudeau: "La rivoluzione non Euclidea" Bollati Boringhieri V. Nikulin, I. Shafarevich "Geometries and groups" Springer ed.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20410412 - MC310 - ISTITUZIONI DI MATEMATICHE COMPLEMENTARI

**Docente:** BRUNO ANDREA

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

1. Geometria Euclidea: Rudimenti di storia della matematica greca. Le costruzioni con riga e compasso. I problemi classici della matematica greca. Gli Elementi di Euclide. 2. La questione del V Postulato: Il tentativo di Posidonio. Enunciati equivalenti: Playfair, Wallis, la transitività del parallelismo. L'opera di Saccheri. Quadrilateri di Saccheri. Le tre ipotesi. Il Teorema di Saccheri-Lagrange e l'esclusione dell'ipotesi dell'angolo ottuso. La nascita della geometria non-euclidea in Bolyai e in Lobachewski. 3. Le simmetrie del piano: Simmetrie del piano e tipi di simmetrie. Caratterizzazione delle isometrie tramite l'immagine di una terna di punti non allineati. Il Teorema di Chasles. Gruppi discreti di isometrie. Rosoni, fregi e Mosaici. Il Teorema di addizione dell'angolo. Teorema di Leonardo e classificazione dei gruppi discreti finiti. Cenni della dimostrazione della classificazione dei gruppi di fregi. Il Teorema di restrizione cristallografica e la classificazione dei gruppi di mosaici. 4. La geometria di Gauss: La geometria della Sfera. Le geometrie localmente euclidee. Gruppi uniformemente discontinui di isometrie. Il Toro, il nastro di Moebius, la bottiglia di Klein. Classificazione dei gruppi uniformemente discontinui. Cenni della dimostrazione del Teorema di classificazione delle geometrie localmente euclidee. 5. Moduli di geometrie sul Toro e geometria iperbolica. Geometrie simili. Geometrie simili sul Toro. La figura modulare. Il modello del semipiano superiore di Poincaré. Rette e distanza. Ciò che ripugna Saccheri e che non ripugnava Aristotele

#### Testi

R. Trudeau: "La rivoluzione non Euclidea" Bollati Boringhieri V, Nikulin, I. Shafarevich "Geometries and groups" Springer ed.

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

1. Euclidean Geometry; rudiments of history of Greek Mathematics. Ruler and compass constructions. The classical problems. Euclid's Elements. 2. The V Postulate's problem: Posidonius attempt. Equivalent Postulates: Playfair, Wallis, transitivity of parallelism. Saccheri's work. Saccheri's Quadrilaterals. The three hypotheses. Saccheri-Lagrange's Theorem and the exclusion of obtuse angle hypothesis. The birth of Non-Euclidean Geometry in Bolyai and Lobatchewski. 3. Symmetries of the plane: Isometries of the plane and their type. Characterization of an isometry by the image of three points not on a line, Chasles' Theorem. Discrete groups of isometries. Rosettes, Friezes and Wallpaper groups. The Theorem of addition of the angles. Leonardo's Theorem and the classification of finite groups of isometries. Sketch of the classification of the Frieze groups. Crystallographic restriction's Theorem and the classification of wallpaper groups. 4. Gauss' Geometry; The geometry on the Sphere. Locally euclidean geometries. Uniformly discontinuous groups of isometries. The Torus, Mobius band, Klein bottle. Classification of uniformly discontinuous groups of isometries. Sketch of the proof of the Theorem of classification of locally euclidean geometries. 5. Moduli of geometries on the torus and hyperbolic geometry: Similar geometries. Similar geometries on the Torus. The modular figure. Poincaré upper plane model. Lines and distance. What was repugnant to Saccheri and that was not for Aristotle.

#### Reference books

R. Trudeau: "La rivoluzione non Euclidea" Bollati Boringhieri V, Nikulin, I. Shafarevich "Geometries and groups" Springer ed.

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-



## Exam modes

-

## 20410459 - MC430 - LABORATORIO DI DIDATTICA DELLA MATEMATICA

**Docente:** FALCOLINI CORRADO

### Italiano

#### Prerequisiti

#### Programma

USO DI PROGRAMMI DIDATTICI NELL'INSEGNAMENTO DELLA MATEMATICA: I SOFTWARE GEOGEBRA E MATHEMATICA. COMANDI PER IL CALCOLO SIMBOLICO E NUMERICO, LA VISUALIZZAZIONE DI GRAFICI, CURVE E SUPERFICI E LA LORO ANIMAZIONE AL VARIARE DI PARAMETRI. ESEMPI DI PROBLEMI: PROPRIETÀ DEI TRIANGOLI NELLA GEOMETRIA EUCLIDEA ED ESEMPI DI GEOMETRIE NON EUCLIDEE, APPROSSIMAZIONE DI PI GRECO E DI ALTRI NUMERI IRRAZIONALI, SOLUZIONI DI EQUAZIONI E DISEQUAZIONI, SOLUZIONI DI SISTEMI, DETERMINAZIONE E VISUALIZZAZIONE DI PARTICOLARI LUOGHI GEOMETRICI, DERIVATA DI UNA FUNZIONE, CALCOLO APPROSSIMATO DI AREE.

#### Testi

DISPENSE DEL DOCENTE SU UN ELENCO DI PROBLEMI DA VISUALIZZARE E RISOLVERE (SIMULANDO UN LABORATORIO SCOLASTICO) CON L'AIUTO DEL SOFTWARE MATHEMATICA O GEOGEBRA. PER APPROFONDIMENTI SULLA VISUALIZZAZIONE CON MATHEMATICA DI CURVE E SUPERFICI: RENZO CADDEO, ALFRED GRAY LEZIONI DI GEOMETRIA DIFFERENZIALE - CURVE E SUPERFICI VOL. 1, ED. CUEC (COOPERATIVA UNIVERSITARIA EDITRICE CAGLIARITANA)

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Testi da definire

### English

#### Prerequisites

#### Programme

TEACHING MATHEMATICS WITH THE HELP OF A COMPUTER: GEOGEBRA AND MATHEMATICA SOFTWARES. COMMANDS FOR NUMERICAL AND SYMBOLIC CALCULUS, GRAPHICS VISUALIZATION, PARAMETRIC SURFACES AND CURVES WITH ANIMATIONS IN CHANGING PARAMETERS. SOLVING PROBLEMS: TRIANGLE'S PROPERTIES IN EUCLIDEAN AND NON-EUCLIDEAN GEOMETRY WITH EXAMPLES, APPROXIMATION OF PI AND OTHER IRRATIONAL NUMBERS, SOLUTIONS OF EQUATIONS AND INEQUALITIES, SYSTEMS OF EQUATIONS, DEFINING AND VISUALIZING GEOMETRICAL LOCI, FUNCTION INTEGRAL AND DERIVATIVES, APPROXIMATION OF SURFACE AREA.

#### Reference books

LIST OF PROBLEMS GIVEN IN CLASS WITH VISUALIZATION AND SOLUTIONS WITH THE HELP OF SOFTWARE MATHEMATICA OR GEOGEBRA. RENZO CADDEO, ALFRED GRAY LEZIONI DI GEOMETRIA DIFFERENZIALE - CURVE E SUPERFICI VOL. 1, ED. CUEC (COOPERATIVA UNIVERSITARIA EDITRICE CAGLIARITANA)

#### Reference bibliography

-

#### Study modes

-

## Exam modes

-

## 20410559 - TN520 – IRRAZIONALITÀ, TRASCENDENZA ED EQUAZIONI DIOFANTEE

**Docente:** BARROERO FABRIZIO

### Italiano

#### Prerequisiti

AL110 AL210 AC310

#### Programma

Irrazionalità:  $e$  ed  $e^{\sqrt{2}}$  sono irrazionali, metodo di Mahler. Equazioni diofantee: metodo di Runge. Irriducibilità e risultanti. Metodo di Stepanov: stima per il numero di punti di una curva ellittica su un campo finito. Misure di irrazionalità ed equazioni di Thue. Trascendenza, Hermite-Lindemann: se  $a$  è un numero algebrico non-nullo,  $\exp(a)$  è trascendente.

#### Testi



Masser, D - Auxiliary Polynomials in Number Theory (Cambridge Tracts in Mathematics). Cambridge: Cambridge University Press.  
Waldschmidt, M - Introduction to Diophantine methods irrationality and transcendence, dispense disponibili al link:  
<https://webusers.imj-prg.fr/~michel.waldschmidt/articles/pdf/IntroductionDiophantineMethods.pdf>

### **Bibliografia di riferimento**

Masser, D - Auxiliary Polynomials in Number Theory (Cambridge Tracts in Mathematics). Cambridge: Cambridge University Press.  
Waldschmidt, M - Introduction to Diophantine methods irrationality and transcendence, dispense disponibili al link:  
<https://webusers.imj-prg.fr/~michel.waldschmidt/articles/pdf/IntroductionDiophantineMethods.pdf>

### **Modalità erogazione**

Didattica frontale in aula su lavagna ed esercitazione in classe. Nel caso di un prolungamento dell'emergenza sanitaria da COVID-19 saranno recepite tutte le disposizioni che regolino le modalità di svolgimento delle attività didattiche e della valutazione degli studenti. In particolare si applicheranno le seguenti modalità: lezioni in streaming a distanza tramite la piattaforma Microsoft Teams.

### **Modalità di valutazione**

L'esame conterà in una prova orale in cui sarà verificato l'apprendimento del programma del corso e la capacità di risolvere esercizi.

## **English**

### **Prerequisites**

AL110 AL210 AC310

### **Programme**

Irrationality:  $e$  and  $e^2$  are irrational, Mahler's method. Diophantine equations: Runge's method. Irreducibility and resultants. Stepanov's method: estimate for the number of points on an elliptic curve over a finite field. Irrationality measures and Thue equations. Transcendence, Hermite-Lindemann: if  $a$  is a non-zero algebraic number,  $\exp(a)$  is transcendental.

### **Reference books**

Masser, D - Auxiliary Polynomials in Number Theory (Cambridge Tracts in Mathematics). Cambridge: Cambridge University Press.  
Waldschmidt, M - Introduction to Diophantine methods irrationality and transcendence, dispense disponibili al link:  
<https://webusers.imj-prg.fr/~michel.waldschmidt/articles/pdf/IntroductionDiophantineMethods.pdf>

### **Reference bibliography**

Masser, D - Auxiliary Polynomials in Number Theory (Cambridge Tracts in Mathematics). Cambridge: Cambridge University Press.  
Waldschmidt, M - Introduction to Diophantine methods irrationality and transcendence, dispense disponibili al link:  
<https://webusers.imj-prg.fr/~michel.waldschmidt/articles/pdf/IntroductionDiophantineMethods.pdf>

### **Study modes**

-

### **Exam modes**

-