



## Corso di studi: Matematica (Laurea magistrale)

**Denominazione:** Matematica

**Dipartimento :** MATEMATICA

**Classe di appartenenza:** LM-40 MATEMATICA

**Interateneo:** No

**Interdipartimentale:** No

**Obiettivi formativi:** Uno dei principali pregi della Matematica è la sua flessibilità, la sua capacità di rispondere efficacemente alle esigenze di altre discipline sviluppandosi al contempo vigorosamente guidata da stimoli puramente interni. Il corso di Laurea Magistrale in Matematica di questo Ateneo intende fare propria questa flessibilità, offrendo percorsi formativi adatti alle esigenze di sviluppo interno della Matematica e altri in proficuo contatto con altre discipline. In particolare, il corso è esplicitamente rivolto a laureati non solo in Matematica, ma anche 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; laureati magistrali con conoscenze specifiche in uno o più settori della Matematica, strettamente collegate a campi applicativi o all'insegnamento; e 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 o che abbiano la necessità di una solida base matematica, a un lavoro qualificato con funzioni di alta responsabilità in ambito aziendale, a strutture di ricerca pura o applicata, a industrie ad alta tecnologia, come pure all'insegnamento e a funzioni di consulenza. I percorsi formativi della Laurea Magistrale in Matematica mantengono una parte istituzionale in comune e hanno una parte specifica per i diversi campi di specializzazione. I laureati magistrali in Matematica che seguono un percorso teorico hanno conoscenze approfondite nei principali settori della Matematica, soprattutto nel campo di specializzazione prescelto e in quelli direttamente confinanti, e ne conoscono le più dirette applicazioni a discipline diverse dalla Matematica. I laureati magistrali che scelgono un percorso applicativo hanno conoscenze approfondite nei principali settori della Matematica, soprattutto nel campo di specializzazione prescelto e in quelli direttamente confinanti e finalizzate all'uso e allo sviluppo dei principali metodi matematici applicabili in tale settore.

I laureati magistrali in Matematica: sono in grado di produrre dimostrazioni rigorose di risultati matematici anche non correlati con risultati già conosciuti; sono in grado di risolvere teoricamente problemi complessi nei settori della Matematica in cui sono specializzati e di costruire e analizzare metodi appropriati di risoluzione esplicita; sono in grado di formalizzare matematicamente problemi anche complessi formulati nel linguaggio naturale, e di trarre profitto da questa formulazione per chiarirli o risolverli; sono in grado di estrarre precise informazioni qualitative da dati quantitativi; sono in grado di scegliere e di utilizzare pienamente strumenti informatici e computazionali sia come supporto ai processi matematici, sia per acquisire ulteriori informazioni.

I laureati magistrali in Matematica: sono in grado di elaborare autonomamente dimostrazioni rigorose di enunciati complessi a partire da ipotesi ben formulate; sono in grado di riconoscere la correttezza di dimostrazioni complesse, e di individuare con sicurezza ragionamenti fallaci; sono in grado di proporre e analizzare modelli matematici associati a situazioni concrete di ricerca derivanti da altre discipline, e di usare tali modelli per avvicinarsi alla comprensione e alla soluzione del problema originale; hanno esperienza di lavoro di gruppo, ma sanno anche lavorare bene autonomamente. I laureati magistrali in Matematica sono in grado di valutare la correttezza di ragionamenti complessi e di comunicare problemi, idee e soluzioni riguardanti settori avanzati della matematica e delle sue applicazioni, sia proprie sia di altri autori, a un pubblico specializzato o generico nella propria lingua e in inglese.

**Numero stimato immatricolati:** 55

**Requisiti di ammissione e modalità di verifica:** Per poter fare domanda d'iscrizione alla laurea magistrale in Matematica, uno studente deve soddisfare i seguenti requisiti curriculari: a) possedere una laurea triennale nella classe L-35 (Scienze Matematiche), o una laurea triennale ex lege 509/99 nella classe 32 (Scienze Matematiche); oppure b) possedere una laurea triennale di un'altra classe avendo acquisito almeno 30 CFU in settori MAT/\*; oppure c) possedere una laurea specialistica non nella classe 45/S, o una laurea magistrale non nella classe LM-40, avendo acquisito almeno 30 CFU in settori MAT/\*; oppure d) possedere un diploma triennale o una laurea quadriennale in Matematica, Fisica, o Informatica; oppure e) possedere un altro titolo di studio, conseguito in Italia o all'estero, riconosciuto idoneo dal Consiglio di Corso di Studi. Il consiglio di corso di laurea magistrale in Matematica effettua una verifica della personale preparazione degli studenti in possesso dei requisiti curriculari che presentano domanda d'iscrizione. Tale verifica, che deve concludersi entro un mese dal ricevimento della domanda d'iscrizione, si basa sul curriculum pregresso dello studente (integrato se necessario con i programmi dei corsi seguiti) ed eventualmente su un colloquio orale, e può avere uno dei seguenti esiti: non accettazione motivata della domanda d'iscrizione, con l'indicazione di modalità suggerite per l'acquisizione dei requisiti mancanti; iscrizione incondizionata alla laurea magistrale in Matematica; iscrizione alla laurea magistrale condizionata all'accettazione di specifiche prescrizioni. Le prescrizioni consistono in un elenco di attività formative che devono necessariamente essere presenti nel piano di studi dello studente. In quest'ultimo caso, lo studente deve firmare l'accettazione esplicita delle prescrizioni; in alternativa, può rinunciare all'iscrizione. È comunque garantita l'iscrizione (eventualmente con prescrizioni) agli studenti in possesso di una laurea triennale della classe L-35 (Scienze matematiche), o di una laurea triennale ex lege 509/99 nella classe 32 (Scienze Matematiche), o di una laurea triennale in Fisica, Informatica o Ingegneria Aerospaziale conseguita presso l'Università di Pisa. Per gli studenti in possesso di una laurea triennale in Matematica, classe L-35, conseguita presso l'Università di Pisa, è prescritto l'obbligo di sostenere, tra il corso di laurea (triennale) e quello magistrale:

- Per gli studenti che optano per un curriculum diverso da quello "Applicativo", quattro tra gli esami seguenti:

(1) Elementi di teoria degli insiemi,

(2) Algebra 2,

(3) Analisi matematica 3,

(4) Probabilità,

(5) Geometria a topologia differenziale,

- Per gli studenti che optano per il curriculum "Applicativo", quattro tra gli esami (1)-(5) sopra elencati e

(6) Calcolo scientifico.

**Specifica CFU:** La laurea magistrale in Matematica comprende le seguenti categorie di attività formative (oltre alle attività relative alla prova finale e alle ulteriori attività formative):

- Moduli istituzionali: forniscono conoscenze avanzate di Matematica ritenute fondamentali per tutti i laureati magistrali in Matematica. L'insegnamento si svolge durante un semestre, e si compone di lezioni integrate con esercitazioni, per un totale di 9 CFU e 63 ore di lezioni frontali e esercitazioni, tenute di norma da due docenti. Quindi il 72% di ciascun credito è dedicato allo studio individuale.

- Moduli specialistici, caratterizzati da un più elevato livello di specializzazione, e comportanti o attività autonome di ricerca bibliografica, studio ed elaborazione individuale da parte dello studente, oppure attività individuali autonome di laboratorio. L'insegnamento si svolge durante un semestre, è tenuto da un singolo docente e si compone di un modulo (6 CFU, 42 ore di lezioni frontali o attività didattiche equivalenti), quindi il 72% di ciascun credito è dedicato allo studio individuale.

- Moduli semestrali fondamentali (condivisi con la laurea triennale in Matematica) da 6 CFU e 60 ore di lezione frontale (30 ore di lezione, 30 ore di esercitazioni), in cui il 60% di ciascun CFU è dedicato allo studio individuale.

- Moduli annuali fondamentali (condivisi con la laurea triennale in Matematica) da 12 CFU e 120 ore di lezione frontale (60 ore di lezione, 60 ore di esercitazioni), in cui il 60% di ciascun CFU è dedicato allo studio individuale.

- Moduli semestrali complementari (condivisi con la laurea triennale in Matematica) da 6 CFU e 48 ore di lezione frontale (lezioni ed esercitazioni integrate), in cui il 68% di ciascun CFU è dedicato allo studio individuale.

- Moduli semestrali con laboratorio (condivisi con la laurea triennale in Matematica) da 9 CFU e 81 ore di lezione frontale (lezioni ed esercitazioni integrate, comprensive di laboratorio), per cui il 64% di ciascun CFU è dedicato allo studio individuale.

- Moduli semestrali estesi (condivisi con la laurea triennale in Matematica): 9 CFU, 81 ore di lezione frontale, per cui il 64% di ciascun CFU è dedicato allo studio individuale.

**Modalità determinazione voto di Laurea:** 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 dallo studente con l'assistenza di almeno un docente (relatore), eventualmente esterno al corso di studi, e in una esposizione orale conclusiva del lavoro svolto. La prova finale verrà valutata in base alla originalità dei risultati, alla padronanza dell'argomento, all'autonomia e alle capacità espositive e di ricerca bibliografica mostrate dal candidato. 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.

Alla prova finale sono attribuiti 27 CFU, di cui 1 CFU corrisponde a ulteriori attività formative utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Nomina del controrelatore.

La tesi dev'essere esaminata anche da un controrelatore, che produrrà un parere da presentare in fase di discussione finale. Se il relatore è esterno al dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa, allora il controrelatore dev'essere scelto fra i docenti afferenti al dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa. La nomina del controrelatore spetta al presidente di corso di laurea magistrale in Matematica, partendo (ma non necessariamente limitandosi a) uno o più nominativi che devono essere suggeriti dal relatore con almeno un mese d'anticipo sulla sessione di laurea in cui sarà discussa la tesi.

Modalità di determinazione del voto di laurea.

Il voto finale della tesi di laurea magistrale in Matematica, espresso in centodecimi, è ottenuto sommando tre componenti (il punteggio di base, il punteggio di lodi, e il punteggio di tesi), e poi arrotondando all'intero più vicino. Qualora la somma arrotondata delle tre componenti sia almeno uguale a 110 centodecimi, la Commissione di Laurea decide se attribuire o meno la lode al candidato. Tale decisione deve essere presa all'unanimità.

Le tre componenti del voto di laurea sono le seguenti:

(a) Il punteggio di base è calcolato a partire dal curriculum del candidato con la seguente procedura: a ogni credito acquisito dal candidato tramite un'attività formativa che preveda un voto viene attribuito un valore corrispondente a questo voto (espresso in trentesimi); vengono poi scartati i 9 crediti a cui è stato attribuito il valore inferiore; infine, viene calcolata la media dei valori attribuiti ai crediti rimanenti. Il punteggio di base è questa media espressa in centodecimi, approssimata per eccesso al secondo decimale.

(b) Il punteggio di lodi, espresso in centodecimi, è ottenuto sommando 0.25 punti per ogni lode ottenuta in un'attività formativa di al più 7 crediti, e 0.50 punti per ogni lode ottenuta in un'attività formativa di almeno 8 crediti, fino a un massimo di 2 punti.

(c) Il punteggio di tesi, espresso in centodecimi, è attribuito dalla Commissione di Laurea, e può variare da un minimo di 4 punti a un massimo di 10 punti, secondo il seguente schema di riferimento: tesi sufficiente: 4 punti; tesi discreta: 6 punti; tesi buona: 8 punti; tesi ottima: 10 punti.

In casi eccezionali è possibile l'attribuzione di un voto di laurea anche superiore a quanto finora previsto; il Consiglio di corso di studio stabilisce le modalità con le quali individuare tali casi eccezionali; tali modalità devono comunque prevedere una proposta motivata scritta dal relatore e sottoposta con congruo anticipo rispetto alla data di discussione della tesi.

**Attività di ricerca rilevante:** I nove settori scientifico-disciplinari dell'area matematica sono ampiamente coperti da professori e ricercatori del Dipartimento di Matematica (settori MAT/01-08) e del Dipartimento di Informatica (settore MAT/09); questi docenti offrono uno spettro molto ampio di argomenti di ricerca che spazia dalla Matematica pura a numerose applicazioni della Matematica ad altre discipline. In particolare, nei due Dipartimenti e segnatamente in quello di Matematica, sono ben presenti sia competenze che permettono di avviare gli studenti alla ricerca, sia competenze che permettono di istradarli proficuamente verso il mondo del lavoro e verso l'insegnamento.

Il settore MAT/01: Le ricerche svolte in questo settore hanno carattere interdisciplinare con connessioni sia con altre discipline matematiche sia con aspetti dell'informatica, della filosofia e della didattica, e riguardano soprattutto la teoria dei modelli e le sue applicazioni algebrico-geometriche, l'analisi non-standard, la combinatoria dei numeri e la teoria degli insiemi.

Il settore MAT/02: l'attività scientifica recente in questo settore ha notevoli connessioni con la geometria e con l'informatica, e si è svolta principalmente nei seguenti campi: teoria algebrica dei numeri; algebra commutativa e geometria algebrica computazionali; algebre di Lie e combinatoria algebrica; e teoria delle rappresentazioni.

Il settore MAT/03: l'attività scientifica in questo settore ha numerosi e proficui collegamenti con l'algebra, l'analisi matematica e la fisica, e si è svolta principalmente nei seguenti campi: geometria e topologia in dimensione bassa; teoria geometrica dei gruppi; geometria algebrica e analitica reale; geometria e topologia computazionale; geometria algebrica; geometria differenziale; teoria geometrica delle funzioni di più variabili complesse; sistemi dinamici olomorfi.

Il settore MAT/04: L'attività scientifica in questo settore è fondamentale per lo studio dei problemi collegati all'apprendimento ed insegnamento della matematica (e dunque strategico per la formazione insegnanti in ingresso e in servizio); ha notevoli connessioni con tutti i settori della matematica, con le scienze dell'educazione e con la psicologia dell'apprendimento; include due campi di ricerca: didattica della matematica e storia della matematica.

Il settore MAT/05: l'attività scientifica in questo settore ha ampie connessioni con la geometria, la probabilità, la fisica matematica e l'analisi numerica. I principali argomenti studiati riguardano: equazioni alle derivate parziali; analisi non lineare e calcolo delle variazioni; teoria geometrica della misura; teoria analitica dei numeri.

Il settore MAT/06: l'attività scientifica in questo settore ha ampie connessioni con l'analisi matematica e la statistica. I principali argomenti studiati sono i processi stocastici, le equazioni differenziali stocastiche e le applicazioni in finanza matematica e in fisica.

Il settore MAT/07: l'attività di ricerca in questo settore ha ampie connessioni con l'analisi matematica. I principali argomenti studiati sono la meccanica celeste, le applicazioni all'astronomia; e meccanica dei continui.

Il settore MAT/08: l'attività scientifica in questo settore ha ampie connessioni con l'algebra, l'analisi matematica e l'informatica. I principali argomenti studiati sono progetto e analisi di metodi numerici; proprietà computazionali di matrici con struttura; matrici di grandi dimensioni e sparse; e l'implementazione di software ad alta efficienza per tutti i problemi studiati.

Il settore MAT/09: L'attività scientifica in questo settore riguarda teoria e metodi per problemi di ottimizzazione continua, combinatoria e vettoriale, disequazioni variazionali, giochi ed equilibri. Comprende inoltre applicazioni a: equilibri economici, "vehicle routing", progetto e "routing" di reti di telecomunicazioni e di traffico.

**Rapporto con il mondo del lavoro:** Metodi e modelli matematici hanno un ruolo importante nella società. Numerosi atti della vita quotidiana sono possibili solo grazie all'esistenza di metodologie matematiche avanzate. L'efficienza raggiunta dalla telefonia fissa, mobile e VoIP, l'uso di tecnologie digitali in campo fotografico, cinematografico e musicale, lo sviluppo di internet con la facilità di trovare ed elaborare informazioni in tempi brevissimi, l'elevata efficienza dei sistemi di sicurezza crittografici usati per bancomat, carte di credito, transazioni sul web e firma digitale sono essenzialmente dovuti allo sviluppo di metodi matematici.

Strumenti avanzati e precisi di analisi diagnostica, quali TAC e risonanza magnetica, e i sistemi di controllo del volo, sia a terra sia sugli aerei, sono possibili grazie alla tecnologia matematica.

Lo studio di processi stocastici è usato per modellizzare problemi di code che si formano in varie situazioni, come nel traffico stradale, nelle reti telematiche e telefoniche; processi stocastici intervengono nelle analisi statistiche delle assicurazioni e nello studio degli andamenti economici del mercato.

La progettazione meccanica, elettronica, automobilistica e aerospaziale usa massicciamente metodi di Geometria Computazionale e di Computer Aided Geometric Design.

Modelli differenziali sono usati per simulare situazioni reali di varia natura in Biologia e Medicina (accrescimento di tumori, problemi cardiovascolari, assorbimento di medicinali), nelle previsioni meteorologiche, nelle analisi di inquinamento, nella progettazione aerospaziale, di velivoli e imbarcazioni, nello studio delle attività sismiche e dei vulcani, nella ricerca di giacimenti acquiferi o petroliferi.

La progettazione di robot per la produzione industriale si basa sulla possibilità di risolvere complessi sistemi di equazioni algebriche con i metodi dell'Algebra Computazionale.

Metodologie matematiche di ottimizzazione sono alla base della gestione ottimale delle risorse nei servizi e nei processi industriali.

È per questo che il matematico, con la sua formazione mentale e le competenze specifiche, svolge un ruolo importante in molti contesti lavorativi anche di recente formazione. Si sottolineano in particolare i seguenti impieghi dove il laureato magistrale in matematica può esercitare funzioni di elevata responsabilità:

- nelle società di servizi, banche, assicurazioni, con l'analisi statistica dei dati e con la modellizzazione matematica di scenari complessi quali andamento dei mercati finanziari;
- nelle società che operano sul Web e nella gestione dei motori di ricerca, con l'elaborazione delle informazioni mediante processi quali data mining, page rank e information retrieval; nell'ambito dei produttori di "moneta elettronica", con lo studio di protocolli crittografici e la gestione della sicurezza delle transazioni via Web;
- nelle società di ingegneria specializzate nel trattamento di complessi problemi computazionali che richiedono competenze multidisciplinari di modellizzazione differenziale;
- nelle società che operano nel settore dell'ottimizzazione di sistemi complessi quali il traffico stradale, gli orari di servizi automobilistici, la gestione dei turni di lavoro, le catene di produzione, i call center;
- nelle società informatiche (software house) che sviluppano e commercializzano codici di vario tipo (gestionale, scientifico, applicativo) o si occupano dei problemi del Web;
- in società che operano in settori a tecnologia avanzata in campo digitale, quali sviluppo e gestione di telefonia mobile e VoIP, navigazione satellitare, cartografia digitale, computer graphics, audio e immagini digitali;
- in società e laboratori di calcolo che forniscono servizi di elaborazione dei dati e sviluppo di codici di calcolo per l'industria in settori tecnologici avanzati quale l'aerospaziale.

Uno sbocco professionale naturale per il laureato magistrale in matematica è poi quello dell'insegnamento nelle scuole.

**Informazioni aggiuntive:** Gli insegnamenti sono impartiti in lingua inglese o italiana previo accordo tra il docente e gli studenti frequentanti. Sono impartiti in italiano i corsi condivisi con la laurea triennale e quelli legati alla legislazione e all'ordinamento scolastico italiani e alla storia della matematica, in particolare i corsi del settore MAT/04. Lo studente potrà in ogni caso sostenere ogni esame in lingua inglese. Ove possibile, i materiali didattici saranno resi disponibili in inglese. Ogni studente presenta un piano di studio con le attività formative che ha già svolto e quelle che intende svolgere per acquisire i 120 crediti necessari per la LM. La presentazione del piano di studi deve avvenire di norma entro il 30 novembre del primo anno, oppure entro un mese dall'iscrizione al corso di LM in Matematica, con le modalità, anche telematiche, stabilite dal Consiglio di corso di studio. Negli anni successivi al primo lo studente presenta il piano di studi solo se desidera modificare quello già approvato.

Il piano di studio deve soddisfare le prescrizioni stabilite nel momento dell'iscrizione al corso di studi, ed è soggetto ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di LM in Matematica, cui spetta il compito di verificarne la validità e la coerenza con l'ordinamento e con le prescrizioni. Il Consiglio esamina i piani di studi presentati di norma entro un mese dalla presentazione. In caso di mancata approvazione, il Consiglio concorda con lo studente le modifiche necessarie, in modo da giungere a una approvazione definitiva di norma entro 45 giorni dalla presentazione. Ogni anno il Consiglio di Corso predispone dei piani di studio consigliati. I piani di studio proposti dagli studenti conformi a uno di quelli consigliati sono approvati automaticamente.

Una parte dei crediti necessari per il conseguimento della laurea magistrale può essere acquisita, a seguito di accordi o convenzioni, presso altre università o centri di ricerca (pubblici o privati), italiani o stranieri, e in particolare tramite programmi Erasmus/Socrates. È necessaria l'approvazione preventiva da parte del Consiglio di Corso di LM di un programma descrivente le attività previste. Sarà inoltre compito del Consiglio di Corso di LM quantificare in crediti, in modo congruo con la durata del periodo e prima dell'inizio del progetto, l'attività svolta dallo studente nell'ente esterno.

La frequenza alle varie attività formative non è obbligatoria ma è caldamente raccomandata. Ogni anno entro il 15 settembre i docenti responsabili delle varie attività formative devono consegnare alla segreteria didattica dei corsi di studio in Matematica i relativi programmi provvisori. Questi programmi devono indicare, oltre al contenuto dell'attività, i testi consigliati, le modalità di verifica del profitto e le propedeuticità raccomandate. I programmi sono resi pubblici sul sito web dei corsi di studio in Matematica almeno una settimana prima dell'inizio delle lezioni. Al termine di ciascun semestre i docenti forniscono alla segreteria didattica dei corsi di studio in Matematica la versione definitiva dei programmi delle attività formative da loro svolte in quel semestre.

A norma di ordinamento gli eventuali piani di studio liberi proposti al di fuori dei curricula descritti nel seguito dovranno soddisfare i seguenti requisiti concernenti i CFU da conseguire nelle varie tipologie di attività e nei vari SSD:

\* Attività caratterizzanti:

- Formazione teorica avanzata (MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05): min 15 max 48

- Formazione modellistico-applicativa (MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09): min 6 max 36

\* Attività affini:

FIS/01, FIS/02, FIS/03, FIS/04, FIS/05, FIS/06, FIS/07, FIS/08, INF/01,

ING-IND/03, ING-IND/06, ING-INF/05, M-FIL/02,

M-STO/05, MAT/01, MAT/02, MAT/03, MAT/04, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, MAT/09, SECS-P/03, SECS-P/05, SECS-

S/01, SECS-S/02, SECS-S/03, SECS-S/04, SECS-S/05, SECS-S/06: min 21 max 36

\* Prova finale: 27.

# Curriculum: Didattico

## Primo anno (60 CFU)

### Istituzioni di didattica della matematica (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di didattica della matematica	9	MAT/04	Caratterizzanti

### Gruppo: IstTeor ( 9 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Istituzioni teoriche	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModDidStor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli didattico-storici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModDidStor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli didattico-storici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

# Curriculum: Didattico

## Secondo anno (60 CFU)

### Gruppo: IstAppl ( 9 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Istituzioni applicative	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

## A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

## Prova finale (27 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Prova finale	27	NN	Prova finale

# Curriculum: Modellistico

## Primo anno (60 CFU)

### Istituzioni di analisi matematica (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di analisi matematica	9	MAT/05	Caratterizzanti

### Istituzioni di probabilità (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di probabilità	9	MAT/06	Caratterizzanti

### Gruppo: ModAppl ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli applicativi	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: ModAppl ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli applicativi	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

# Curriculum: Modellistico

## Secondo anno (60 CFU)

### Gruppo: IstFisNum ( 9 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Istituzioni fisico-numeriche	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

## A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

## Prova finale (27 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Prova finale	27	NN	Prova finale

# Curriculum: Applicativo

## Primo anno (60 CFU)

### Istituzioni di analisi numerica (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di analisi numerica	9	MAT/08	Caratterizzanti

### Istituzioni di fisica matematica (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di fisica matematica	9	MAT/07	Caratterizzanti

### Gruppo: ModAppl ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli applicativi	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: ModAppl ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli applicativi	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

# Curriculum: Applicativo

## Secondo anno (60 CFU)

### Gruppo: IstTeor ( 9 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Istituzioni teoriche	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

## A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

## Prova finale (27 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Prova finale	27	NN	Prova finale

# Curriculum: Generale

## Primo anno (60 CFU)

### Gruppo: IstAppl ( 9 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Istituzioni applicative	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: IstTeor ( 9 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Istituzioni teoriche	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

# Curriculum: Generale

## Secondo anno (60 CFU)

### Gruppo: IstTeor ( 9 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Istituzioni teoriche	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

## A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

## Prova finale (27 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Prova finale	27	NN	Prova finale

# Curriculum: Teorico

## Primo anno (60 CFU)

### Istituzioni di algebra (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di algebra	9	MAT/02	Caratterizzanti

### Istituzioni di analisi matematica (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di analisi matematica	9	MAT/05	Caratterizzanti

### Gruppo: ModAppl ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli applicativi	Caratterizzanti	Formazione modellistico-applicativa

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModTeor ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli teorici	Caratterizzanti	Formazione teorica avanzata

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

# Curriculum: Teorico

## Secondo anno (60 CFU)

### Istituzioni di geometria (9 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Istituzioni di geometria	9	MAT/03	Caratterizzanti

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### Gruppo: ModAffInt ( 6 CFU)

Descrizione	Tipologia	Ambito
Moduli affini e integrativi	Affini o integrative	

### A scelta dello studente (6 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Attività a scelta dello studente	6	NN	Altre attività - scelta libera dello studente

### Prova finale (27 CFU)

	CFU	SSD	Tipologia
Prova finale	27	NN	Prova finale

# Gruppi per attività a scelta nel CDS Matematica

## Gruppo IstAppl (9 CFU)

**Descrizione:** Istituzioni applicative

**Tipologia :** Caratterizzanti      **Ambito:** Formazione modellistico-applicativa

### Attività contenute nel gruppo

#### Istituzioni di analisi numerica (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di analisi numerica	9	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Istituzioni di fisica matematica (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di fisica matematica	9	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Istituzioni di probabilità (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di probabilità	9	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Gruppo IstFisNum (9 CFU)

**Descrizione:** Istituzioni fisico-numeriche

**Tipologia :** Caratterizzanti      **Ambito:** Formazione modellistico-applicativa

### Attività contenute nel gruppo

#### Istituzioni di analisi numerica (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di analisi numerica	9	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Istituzioni di fisica matematica (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di fisica matematica	9	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Gruppo IstTeor (9 CFU)

**Descrizione:** Istituzioni teoriche

**Tipologia :** Caratterizzanti      **Ambito:** Formazione teorica avanzata

### Attività contenute nel gruppo

#### Istituzioni di algebra (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di algebra	9	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Istituzioni di analisi matematica (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di analisi matematica	9	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Istituzioni di geometria (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di geometria	9	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Gruppo ModAffInt (6 CFU)

**Descrizione:** Moduli affini e integrativi

**Tipologia :** Affini o integrative

#### Attività contenute nel gruppo

##### Algebra commutativa e geometria algebrica computazionale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra commutativa e geometria algebrica computazionale	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

##### Algebra computazionale A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra computazionale A	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

##### Algebra computazionale B (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra computazionale B	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

##### Algebra lineare e multilineare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra lineare e multilineare	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

##### Algebra omologica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra omologica	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

##### Algebra superiore A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Algebra superiore A	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali
---------------------	---	----------------	-----------------	------------------

### Algebra superiore B (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra superiore B	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Algebra 1 (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra 1	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

### Algebra 2 (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra 2	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

### Algebre e gruppi di Lie (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebre e gruppi di Lie	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Algoritmi e strutture dei dati (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algoritmi e strutture dei dati	6	INF/01 INFORMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

### Analisi armonica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi armonica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Analisi complessa A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi complessa A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Analisi complessa B (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi complessa B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Analisi convessa (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi convessa	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Analisi geometrica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi geometrica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi in spazi metrici (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi in spazi metrici	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi matematica 3 (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi matematica 3	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Analisi microlocale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi microlocale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi non lineare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi non lineare	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Analisi non standard (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi non standard	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi reale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi reale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi superiore (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi superiore	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Calcolo delle variazioni A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Calcolo delle variazioni A	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Calcolo delle variazioni B (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Calcolo delle variazioni B	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali
----------------------------	---	---------------------------	----------------------	------------------

#### Calcolo scientifico (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Calcolo scientifico	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Campi ciclotomici (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Campi ciclotomici	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Capacità non lineare, disequazioni variazionali e applicazioni (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Capacità non lineare, disequazioni variazionali e applicazioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Complementi di analisi funzionale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di analisi funzionale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Complementi di didattica della matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di didattica della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Complementi di fisica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di fisica	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Curve algebriche (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Curve algebriche	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Determinazione orbitale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Determinazione orbitale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Didattica della matematica e nuove tecnologie (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Didattica della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE	Caratterizzanti	lezioni frontali

e nuove tecnologie		COMPLEMENTARI		
--------------------	--	---------------	--	--

#### Dinamica del sistema solare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica del sistema solare	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Dinamica del sistema Terra-Luna (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica del sistema Terra-Luna	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Dinamica iperbolica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica iperbolica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Dinamica olomorfa (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica olomorfa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Elementi avanzati di algebra lineare numerica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi avanzati di algebra lineare numerica	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Elementi di algebra computazionale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di algebra computazionale	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di analisi complessa (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di analisi complessa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di calcolo delle variazioni (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di calcolo delle variazioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di calcolo in gruppi omogenei (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di calcolo in gruppi omogenei	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di geometria algebrica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di geometria algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di logica matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di logica matematica	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di meccanica celeste (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di meccanica celeste	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di probabilità e statistica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di probabilità e statistica	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di teoria degli insiemi (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di teoria degli insiemi	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di topologia algebrica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di topologia algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Equazioni alle derivate parziali (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni alle derivate parziali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Equazioni alle derivate parziali 2 (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni alle derivate parziali 2	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Equazioni della fluidodinamica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni della fluidodinamica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Equazioni differenziali ordinarie (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni differenziali ordinarie	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Equazioni differenziali stocastiche e applicazioni (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni differenziali stocastiche e applicazioni	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Equazioni ellittiche (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni ellittiche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Equazioni iperboliche (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni iperboliche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Equazioni paraboliche (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni paraboliche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Finanza matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Finanza matematica	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Fisica II (9 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisica II	9	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Fisica III (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisica III	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Fisica matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisica matematica	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Fondamenti della matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fondamenti della matematica	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Forme modulari (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Forme modulari	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Funzioni speciali (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Funzioni speciali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geodesia via satellite (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geodesia via satellite	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria algebrica A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria algebrica B (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria algebrica C (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica C	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria algebrica D (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica D	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria algebrica E (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica E	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria algebrica F (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica F	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria degli spazi metrici (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria degli spazi metrici	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria di contatto (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria di contatto	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria differenziale complessa (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria differenziale complessa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria e topologia delle superfici (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria e topologia delle superfici	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria e topologia differenziale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria e topologia differenziale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Geometria iperbolica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria iperbolica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria reale A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria reale B (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria reale C (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale C	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria reale computazionale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale computazionale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria riemanniana (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria riemanniana	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria simplettica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria simplettica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Gruppi di Coxeter (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Gruppi di Coxeter	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Gruppi e rappresentazioni (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Gruppi e rappresentazioni	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Introduzione alla meccanica quantistica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Introduzione alla meccanica quantistica	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Introduzione alla teoria geometrica della misura (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Introduzione alla teoria geometrica della misura	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Introduzione all'analisi p-adica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Introduzione all'analisi p-adica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Laboratorio di fisica per l'insegnamento (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Laboratorio di fisica per l'insegnamento	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	lezioni frontali+laboratorio

#### Logica matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Logica matematica	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Matematica discreta (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica discreta	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Matematica e musica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica e musica	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Matematica e società (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica e società	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Affini o integrative	lezioni frontali

**Matematiche elementari da un punto di vista superiore: aritmetica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematiche elementari da un punto di vista superiore: aritmetica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Matematiche elementari da un punto di vista superiore: geometria (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematiche elementari da un punto di vista superiore: geometria	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Meccanica celeste (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica celeste	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Meccanica dei continui (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica dei continui	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Meccanica relativistica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica relativistica	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Meccanica spaziale (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica spaziale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Meccanica superiore (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica superiore	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi decisionali guidati dai modelli (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi decisionali guidati dai modelli	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

**Metodi di approssimazione (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi di approssimazione	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi di ottimizzazione delle reti (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi di ottimizzazione delle reti	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

**Metodi matematici della crittografia (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi matematici della crittografia	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Metodi numerici per catene di Markov (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per catene di Markov	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Metodi numerici per la grafica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per la grafica	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Metodi numerici per l'analisi di Fourier (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per l'analisi di Fourier	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Metodi topologici in analisi globale (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi topologici in analisi globale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Metodi topologici per le equazioni differenziali (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi topologici per le equazioni differenziali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Modelli matematici in biomedicina e fisica matematica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Modelli matematici in biomedicina e fisica matematica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Onde lineari e non lineari (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Onde lineari e non lineari	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Operatori differenziali e teoremi dell'indice (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Operatori differenziali e teoremi dell'indice	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Origini e sviluppo delle matematiche moderne (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Origini e sviluppo delle matematiche moderne	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Probabilità (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Probabilità	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Probabilità superiore (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Probabilità superiore	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Problem solving (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problem solving	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Affini o integrative	lezioni frontali

**Problemi di evoluzione (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problemi di evoluzione	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Problemi e metodi della ricerca in didattica della matematica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problemi e metodi della ricerca in didattica della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Processi stocastici (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Processi stocastici	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

**Ricerca operativa (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ricerca operativa	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Sistemi dinamici (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistemi dinamici	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Sistemi dinamici discreti (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistemi dinamici discreti	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Spazi di funzioni (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Spazi di funzioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Spazi simmetrici (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Spazi simmetrici	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Statistica matematica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Statistica matematica	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Storia della matematica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Storia della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Storia della matematica antica e della sua tradizione (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Storia della matematica antica e della sua tradizione	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Superfici minime (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Superfici minime	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Tecnologie per la didattica (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Tecnologie per la didattica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria algebrica dei numeri 1 (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Teoria algebrica dei numeri 1	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Teoria algebrica dei numeri 2 (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Teoria algebrica dei numeri 2	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Teoria analitica dei numeri A (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Teoria analitica dei numeri A	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria analitica dei numeri B (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Teoria analitica dei numeri B	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Teoria degli insiemi (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Teoria degli insiemi	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei campi e teoria di Galois (6 CFU)**

<b>Modulo</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
Teoria dei campi e teoria di Galois	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Teoria dei codici (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei codici	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Teoria dei codici e crittografia (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei codici e crittografia	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

**Teoria dei controlli (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei controlli	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei giochi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei giochi	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei gruppi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei gruppi	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Teoria dei modelli (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei modelli	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei nodi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei nodi	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei numeri elementare (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei numeri elementare	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Teoria dei semigrupp (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei semigrupp	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Teoria del controllo ottimo (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Teoria del controllo ottimo	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali
-----------------------------	---	---------------------------	----------------------	------------------

#### Teoria della calcolabilità (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria della calcolabilità	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria della dimostrazione (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria della dimostrazione	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria della misura (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria della misura	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria delle categorie (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria delle categorie	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria delle funzioni (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria delle funzioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria descrittiva della complessità (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria descrittiva della complessità	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria e metodi dell'ottimizzazione (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria e metodi dell'ottimizzazione	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria ergodica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria ergodica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria geometrica della misura (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria geometrica della	6	MAT/05 ANALISI	Affini o integrative	lezioni frontali

misura		MATEMATICA		
--------	--	------------	--	--

### Topologia algebrica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia differenziale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia differenziale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia e geometria in bassa dimensione (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia e geometria in bassa dimensione	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia generale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia generale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Ultrafiltri e metodi nonstandard (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ultrafiltri e metodi nonstandard	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### 2-varietà (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
2-varietà	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### 3-varietà (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
3-varietà	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### 4-varietà (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
4-varietà	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Gruppo ModAppl (6 CFU)

**Descrizione:** Moduli applicativi

**Tipologia :** Caratterizzanti      **Ambito:** Formazione modellistico-applicativa

### Attività contenute nel gruppo

### Calcolo scientifico (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
--------	-----	-----	-----------	----------------

Calcolo scientifico	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni
---------------------	---	-------------------------	-----------------	----------------------------------

#### Determinazione orbitale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Determinazione orbitale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Dinamica del sistema solare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica del sistema solare	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Elementi di meccanica celeste (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di meccanica celeste	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Fisica matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisica matematica	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geodesia via satellite (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geodesia via satellite	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Meccanica celeste (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica celeste	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Meccanica razionale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica razionale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Meccanica spaziale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica spaziale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Meccanica superiore (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica superiore	6	MAT/07 FISICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi di approssimazione (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi di approssimazione	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi numerici per catene di Markov (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per catene di Markov	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Probabilità (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Probabilità	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Ricerca operativa (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ricerca operativa	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Statistica matematica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Statistica matematica	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Statistica Superiore (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Statistica Superiore	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei giochi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei giochi	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria e metodi dell'ottimizzazione (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria e metodi dell'ottimizzazione	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Gruppo ModDidStor (6 CFU)

**Descrizione:** Moduli didattico-storici

**Tipologia :** Caratterizzanti      **Ambito:** Formazione teorica avanzata

#### Attività contenute nel gruppo

#### Complementi di didattica della matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di didattica della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Didattica della matematica e nuove tecnologie (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Didattica della matematica e nuove tecnologie	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Matematiche elementari da un punto di vista superiore: aritmetica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematiche elementari da un punto di vista superiore: aritmetica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Matematiche elementari da un punto di vista superiore: geometria (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematiche elementari da un punto di vista superiore: geometria	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Origini e sviluppo delle matematiche moderne (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Origini e sviluppo delle matematiche moderne	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Problemi e metodi della ricerca in didattica della matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problemi e metodi della ricerca in didattica della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Storia della matematica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Storia della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Storia della matematica antica e della sua tradizione (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Storia della matematica antica e della sua tradizione	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Tecnologie per la didattica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Tecnologie per la didattica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Gruppo ModTeor (6 CFU)***Descrizione:* Moduli teorici*Tipologia :* Caratterizzanti      *Ambito:* Formazione teorica avanzata**Attività contenute nel gruppo****Algebra commutativa e geometria algebrica computazionale (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra commutativa e geometria algebrica computazionale	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Algebra computazionale A (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra computazionale A	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Algebra computazionale B (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra computazionale B	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Algebra superiore A (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra superiore A	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Algebra superiore B (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra superiore B	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Algebra 2 (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra 2	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Analisi armonica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi armonica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Analisi complessa A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi complessa A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Analisi convessa (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi convessa	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Analisi matematica 3 (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi matematica 3	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Analisi non lineare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi non lineare	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Analisi superiore (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi superiore	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Calcolo delle variazioni A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Calcolo delle variazioni A	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Dinamica olomorfa (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica olomorfa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Elementi di algebra computazionale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di algebra computazionale	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di analisi complessa (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di analisi complessa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Elementi di calcolo delle variazioni (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di calcolo delle variazioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Elementi di geometria algebrica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di geometria algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Elementi di teoria degli insiemi (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di teoria degli insiemi	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Elementi di topologia algebrica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di topologia algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Equazioni alle derivate parziali (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni alle derivate parziali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Equazioni alle derivate parziali 2 (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni alle derivate parziali 2	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Equazioni della fluidodinamica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni della fluidodinamica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Equazioni ellittiche (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni ellittiche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Equazioni iperboliche (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni iperboliche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria algebrica A (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria algebrica B (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria algebrica C (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica C	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria differenziale complessa (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria differenziale complessa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria e topologia delle superfici (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria e topologia delle superfici	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria e topologia differenziale (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria e topologia differenziale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Geometria iperbolica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria iperbolica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria reale A (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria reale B (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria riemanniana (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria riemanniana	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Logica matematica (6 CFU)**

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Logica matematica	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Metodi topologici in analisi globale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi topologici in analisi globale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Problemi di evoluzione (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problemi di evoluzione	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria algebrica dei numeri 1 (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria algebrica dei numeri 1	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Teoria analitica dei numeri A (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria analitica dei numeri A	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria degli insiemi (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria degli insiemi	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria dei campi e teoria di Galois (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei campi e teoria di Galois	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Teoria dei controlli (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei controlli	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria dei modelli (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei modelli	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria dei nodi (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Teoria dei nodi	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali
-----------------	---	------------------	-----------------	------------------

### Teoria dei numeri elementare (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei numeri elementare	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

### Teoria della misura (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria della misura	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia algebrica (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia differenziale (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia differenziale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia e geometria in bassa dimensione (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia e geometria in bassa dimensione	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Ultrafiltri e metodi nonstandard (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ultrafiltri e metodi nonstandard	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### 3-varietà (6 CFU)

Modulo	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
3-varietà	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

# Attività formative definite nel CDS Matematica

## A scelta dello studente (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Free choice

**Obiettivi formativi:** Qualsiasi insegnamento attivato nell'Ateneo, purché coerente con il progetto formativo. La coerenza delle attività scelte dallo studente con il progetto formativo deve essere approvata dal Consiglio di Corso di Studio, anche tenendo conto degli specifici interessi culturali e di sviluppo di carriera dello studente.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame scritto e/o orale. Si tratta di norma di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto; in casi particolari può trattarsi di un'attività che dà luogo soltanto a un'idoneità o a un giudizio.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Attività a scelta dello studente	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	altro

## Algebra commutativa e geometria algebrica computazionale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computational commutative algebra and algebraic geometry

**Obiettivi formativi:** Costruzioni e algoritmi per l'algebra commutativa e la geometria algebrica, applicazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Constructions and algorithms for commutative algebra and algebraic geometry, applications.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra commutativa e geometria algebrica computazionale	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Algebra computazionale A (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computer algebra A

**Obiettivi formativi:** Aritmetica, fattorizzazione, integrazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Arithmetic, factorization, integration.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra computazionale A	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Algebra computazionale B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computer algebra B.

**Obiettivi formativi:** Metodi effettivi per la risoluzione di sistemi di equazioni polinomiali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Effective methods for polynomial system solving.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra computazionale B	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Algebra lineare e multilineare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Linear and multilinear algebra.

**Obiettivi formativi:** Strutture algebriche lineari.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Linear algebraic structures.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra lineare e multilineare	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Algebra omologica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Homological algebra

**Obiettivi formativi:** Moduli proiettivi e iniettivi. Categorie e funtori. Funtori aggiunti. Categorie di moduli. Successioni esatte, risoluzioni, funtori derivati. (Co)omologia di gruppi e algebre.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Projective and injective modules. Categories and functors. Adjoint functors. Categories of modules. Exact sequences, resolutions, derived functors. (Co)homology of groups and algebras.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra omologica	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Algebra superiore A (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Higher algebra A

**Obiettivi formativi:** Algebra commutativa.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Commutative algebra.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra superiore A	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Algebra superiore B (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Higher algebra B

**Obiettivi formativi:** Algebre e loro rappresentazioni

**Obiettivi formativi in Inglese:** Algebras and their representations

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra superiore B	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Algebra 1 (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Algebra 1

**Obiettivi formativi:** Gruppi: teoremi di omomorfismo, permutazioni, gruppi abeliani finiti. Anelli e ideali, anelli speciali, anelli di polinomi. Elementi di teoria di Galois.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Groups: homomorphism theorems, permutations, finite abelian groups. Rings and ideals, special rings, polynomial rings. Elements of Galois theory.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra 1	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Algebra 2 (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Algebra 2

**Obiettivi formativi:** Gruppi: azioni di gruppi, costruzioni e presentazioni di gruppi. Moduli e caratterizzazione dei moduli su un PID. Anelli noetheriani. Teorema della base di Hilbert. Basi di Groebner e applicazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Groups: group actions, constructions, presentations. Modules, modules over a PID. Noetherian rings. Hilbert base theorem. Groebner bases and applications.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebra 2	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Algebre e gruppi di Lie (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Lie algebras and Lie groups

**Obiettivi formativi:** Teoremi di struttura per le algebre di Lie di dimensione finita (incluso il caso delle algebre semisemplici complesse). Gruppi di Lie e relazione con le algebre di Lie. Introduzione alla teoria delle rappresentazioni delle algebre e gruppi di Lie.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Structure theorems for Lie algebras of finite dimension (including the case of complex semisimple algebras). Lie groups and their relation with Lie algebras. Introduction to the representation theory of Lie algebras and Lie groups.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algebre e gruppi di Lie	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Algoritmi e strutture dei dati (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algorithms and data structure

**Obiettivi formativi:** Strutture dei dati, analisi di algoritmi e complessità, progetto di algoritmi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Data structure, analysis of algorithms and complexity, design of algorithms.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Algoritmi e strutture dei dati	6	INF/01 INFORMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

## Analisi armonica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Harmonic analysis

**Obiettivi formativi:** Fondamenti dell'Analisi armonica, interpolazione reale e complessa, spazi di Lorentz, funzioni massimali, teoria di Calderon-Zygmund, spazi BMO, moltiplicatori di Fourier, integrali oscillanti e teoremi di restizione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Basic concepts of the harmonic analysis, real and complex interpolation, Lorentz spaces, maximal functions, the Calderon-Zygmund theory, spazi BMO, Fourier multipliers, oscillating integrals and restriction theorems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi armonica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Analisi complessa A (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Complex analysis A

**Obiettivi formativi:** Il fascio dei germi delle funzioni analitiche; Nullstellensatz; spazi analitici; Teoremi A e B di Cartan.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The sheaf of germs of holomorphic functions; Nullstellensatz; analytic spaces; Cartan's Theorems A and B.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi complessa A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Analisi complessa B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Complex analysis B

**Obiettivi formativi:** Funzioni plurisubarmoniche; domini pseudoconvessi; equazione del de-bar.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Plurisubharmonic functions; pseudoconvex domains; de bar-equation.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi complessa B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Analisi convessa (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Convex analysis

**Obiettivi formativi:** Topologie deboli su spazi di Banach, funzioni convesse, calcolo in spazi di Banach, sottodifferenziale, disequazioni variazionali, multifunzioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Weak topologies in Banach spaces, convex functions, calculus in Banach spaces, subdifferential variational inequalities, multifunctions.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi convessa	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Analisi geometrica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Geometric analysis

**Obiettivi formativi:** Argomenti scelti nell'ambito dell'analisi geometrica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Selected topics in geometric analysis.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi geometrica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi in spazi metrici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Analysis in metric spaces

**Obiettivi formativi:** Argomenti scelti nell'ambito dell'analisi su spazi metrici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Selected topics of analysis in metric spaces.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi in spazi metrici	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi matematica 2 (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical analysis 2

**Obiettivi formativi:** Calcolo differenziale. Spazi metrici e nozioni di base di topologia. Convergenza uniforme. Serie di funzioni. Equazioni differenziali ordinarie e sistemi. Teorema della funzione inversa e della funzione implicita. Massimi e minimi vincolati. Misura e integrazione. Curve e Superfici. Formula della divergenza. Campi vettoriali e 1-forme.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Differential calculus. Metric spaces and basic notions of topology. Uniform convergence. Function series. Ordinary differential equations and systems. Local invertibility and implicit function theorem. Constrained maxima and minima. Measure and integration. Curves and surfaces. Divergence formula. Vector fields and 1-forms.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli annuali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi matematica 2	12	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Analisi matematica 3 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical analysis 3

**Obiettivi formativi:** Spazi di Hilbert. Spazi di Lebesgue  $L^p$ . Convoluzione di funzioni. Serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Formula dell'area e integrazione su superfici. Funzioni armoniche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Hilbert spaces.  $L^p$  Lebesgue spaces. Convolution of functions. Fourier series. Fourier

trasform. Area formula and integration on surfaces. Harmonic functions.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi matematica 3	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Analisi microlocale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Microlocal analysis

**Obiettivi formativi:** Operatori pseudodifferenziali. Integrali oscillanti. Fronte d'onda e propagazione delle singolarità.

Teorema di Hörmander. Ottica geometrica e operatori integrali di Fourier. Disuguaglianza di Fefferman- Phong. Calcolo paradifferenziale. Teoria di Littlewood- Paley. Localizzazione in spazi di frequenza. Spazi di Besov.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Pseudodifferential operators. Oscillating integrals. Wave front set and propagation of singularities. Hörmander's theorem. Geometrical optics and Fourier integral operators. Fefferman- Phong inequality.

Paradifferential calculus. Littlewood- Paley theory. Localization in frequency space. Besov spaces.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi microlocale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi non lineare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Nonlinear analysis

**Obiettivi formativi:** Teorie e metodi sul comportamento globale di operatori non lineari, fra spazi di dimensione finita o spazi di funzioni, collegati con classici problemi equazioni non lineari.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Theories and methods for the global behaviour of some nonlinear operators, in finite dimension spaces or in function spaces, related with classic nonlinear problems or equations.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi non lineare	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Analisi non standard (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Non-standard analysis

**Obiettivi formativi:** Fondamenti dell'analisi non standard, scelta di applicazioni ad altre aree della matematica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Foundations of non-standard analysis, and selected applications to other areas of mathematics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi non standard	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi numerica con laboratorio (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Numerical analysis with laboratory

**Obiettivi formativi:** Analisi degli errori, risoluzione di sistemi di equazioni lineari e non lineari, interpolazione e integrazione

**Obiettivi formativi in Inglese:** Error analysis, linear and nonlinear systems, interpolation and numerical integration.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali con laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi numerica con laboratorio	9	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Analisi reale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Real analysis

**Obiettivi formativi:** Fondamenti dell'analisi reale (teoria della misura, spazi di funzioni).

**Obiettivi formativi in Inglese:** Foundations of real analysis (measure theory and functions spaces).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi reale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Analisi superiore (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Higher analysis

**Obiettivi formativi:** Spazi vettoriali topologici. misure e distribuzioni. Operatori illimitati, aggiunto ad un operatore non limitato, teoria spettrale per operatori non limitati. Calcolo funzionale Forme quadratiche, soluzioni deboli e soluzioni forti.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Analisi superiore	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

### Calcolo delle variazioni A (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Calculus of variations A

**Obiettivi formativi:** Il metodo diretto nel calcolo delle variazioni. Condizioni necessarie e sufficienti di semicontinuità inferiore per funzionali integrali su spazi di Sobolev di funzioni scalari. Il caso vettoriale. Integrali invarianti. Misure di Young e misure di Young gradienti. Convessità, convessità di rango-uno, quasiconvessità, policonvessità. Rilassamento.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The direct method in the calculus of variations. Necessary and sufficient conditions for the semicontinuity of variational integrals on Sobolev spaces of scalar functions. The case of vector-valued functions. Invariant integrals. Young measures and Gradient Young measures. Convexity, rank-one convexity, quasiconvexity, policonvexity. Relaxation.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Calcolo delle variazioni A	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Calcolo delle variazioni B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Calculus of variations B

**Obiettivi formativi:** Teoria della regolarità per minimi di funzionali integrali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Regularity theory for minima of variational integrals.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Calcolo delle variazioni B	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Calcolo scientifico (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Scientific Computing

**Obiettivi formativi:** Problemi di minimi quadrati, metodi del gradiente, decomposizione a valori singolari, calcolo di autovalori.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Eigenvalues and least squares problems, gradient methods, singular value decomposition.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Calcolo scientifico	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Campi ciclotomici (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Cyclotomic fields

**Obiettivi formativi:** Caratteri di Dirichlet, serie L di Dirichlet, numeri di Bernoulli, formula del numero di classi, teorema di Stickelberger.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Dirichlet characters, Dirichlet L-series, Bernoulli numbers, class number formula, Stickelberger theorem.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Campi ciclotomici	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Capacità non lineare, disequazioni variazionali e applicazioni (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Nonlinear capacity, variational inequalities and applications

**Obiettivi formativi:** Il percorso scelto ci permetterà di illustrare alcune tecniche e argomenti classici per trovare condizioni necessarie e sufficienti affinché un punto di frontiera sia regolare relativamente al problema di Dirichlet non omogeneo per l'operatore di Laplace non-lineare (il cosiddetto p-laplaciano).

**Obiettivi formativi in Inglese:** The approach we have chosen enables one to illustrate some classical techniques in order to find necessary and sufficient conditions so that a given point on the boundary is regular with respect to the Dirichlet nonhomogeneous problem for nonlinear Laplace operator (the so called p-Laplacian).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Capacità non lineare, disequazioni variazionali e applicazioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Complementi di analisi funzionale (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Functional Analysis

**Obiettivi formativi:** Spazi vettoriali topologici, misure e distribuzioni. Convoluzione, trasformata di Fourier, teorema di Paley-Wiener ed applicazioni alle EDP. Teoria spettrale per operatori non limitati. Calcolo operativo, semigrupp di operatori. Teorema di Malgrange-Ehrenpreis. Teoremi di punto fisso in dimensione infinita ed applicazioni alle EDP.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Topological vector spaces, measures and distributions. Convolution, Fourier transform, Paley-Wiener theorem and applications to PDE's. Spectral theory for unbounded operators. Operational calculus, semigroups of operators. Malgrange-Ehrenpreis theorem. Infinite dimensional fixed-point theorems and applications to PDE's.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da

comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di analisi funzionale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Complementi di didattica della matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Complements of mathematics education

**Obiettivi formativi:** Processi di apprendimento della matematica; contesti e tipi di razionalità; ostacoli epistemologici e didattici nell'insegnamento della matematica

**Obiettivi formativi in Inglese:** Mathematics learning processes; contexts and types of rational thinking; didactical and epistemological obstacles in the teaching of mathematics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di didattica della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Complementi di fisica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics Complements

**Obiettivi formativi:** Onde. Elementi di relatività ristretta. Equazioni d'onda relativistiche. Complementi di termodinamica e statistica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Waves. Elements of special relativity. Relativistic wave equations. Complements of thermodynamics and statistics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Complementi di fisica	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Curve algebriche (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic curves

**Obiettivi formativi:** Curve algebriche, divisori. Curve ellittiche, iperellittiche, jacobiane. Applicazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Algebraic curves, divisors. Elliptic and hyperelliptic curves, jacobians. Applications.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Curve algebriche	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Determinazione orbitale (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Orbital determination

**Obiettivi formativi:** Problema dei minimi quadrati, simmetrie e degenerazioni. Problema dell'identificazione. Orbite preliminari. Soluzioni deboli. Incontri ravvicinati e monitoraggio degli impatti.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Least squares problems, symmetries and degeneracies. Identification problem. Preliminary orbits. Weak solutions. Close approaches and impact monitoring.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Determinazione orbitale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Didattica della matematica e nuove tecnologie (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Didactics of mathematics and new technologies

**Obiettivi formativi:** Metodologie, modelli e materiali didattici in contesti di aula multimediale; ruolo delle tecnologie nell'insegnamento / apprendimento della matematica: software didattici e lavagne interattive multimediali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Models, methodologies and teaching materials, curricula and textbooks, pupils' and school systems' assessment.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Didattica della matematica e nuove tecnologie	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Dinamica del sistema solare (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Dynamics of the solar system

**Obiettivi formativi:** Equazioni del moto dei pianeti. Teorie perturbative, elementi propri. Risonanze, piccoli divisori, esponenti di Lyapunov.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Equations of motion for the planets. Perturbation theory, proper elements. Resonances, small divisors, Lyapunov exponents.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica del sistema solare	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Dinamica del sistema Terra-Luna (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Dynamics of the Earth-Moon system

**Obiettivi formativi:** Il sistema Terra-Luna-Sole e le caratteristiche principali dell'orbita della Luna. Il tracking laser della Luna nell'era spaziale (LLR-Lunar Laser Ranging). LLR e la verifica della Relatività Generale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The Earth-Moon-Sun system and the main features of the lunar orbit. Laser tracking of the Moon in the space age (LLR-Lunar Laser Ranging). Testing General Relativity with LLR.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica del sistema Terra-Luna	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Dinamica iperbolica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Hyperbolic dynamics

**Obiettivi formativi:** Sistemi dinamici iperbolici; dinamica in dimensione bassa.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Hyperbolic dynamical systems; low-dimensional dynamics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica iperbolica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Dinamica olomorfa (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Holomorphic dynamics

**Obiettivi formativi:** Insiemi di Julia e di Fatou; dinamica di funzioni olomorfe di una variabile.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Julia and Fatou sets; dynamics of holomorphic functions of one complex variable.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Dinamica olomorfa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Elementi avanzati di algebra lineare numerica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced numerical linear algebra

**Obiettivi formativi:** Metodi di Krylov, GMRES, BiCG, polinomi di matrici, problemi polinomiali agli autovalori, funzioni di matrici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Krylov methods, GMRES, BiCG, matrix polynomials, polynomial, eigenvalue problems, matrix functions.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi avanzati di algebra lineare numerica	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Elementi di algebra computazionale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computer algebra

**Obiettivi formativi:** Rappresentazione di interi e polinomi. Algoritmi algebrici fondamentali. Sistemi di calcolo algebrico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Integers and polynomials, representation and basic algebraic algorithms. Systems for computer algebra.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di algebra computazionale	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Elementi di analisi complessa (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of complex analysis

**Obiettivi formativi:** Teorema di uniformizzazione di Riemann; proprietà geometriche del gruppo delle omografie; principio di simmetria e sue applicazioni; un modello di piano iperbolico; cenni sulle funzioni di più variabili complesse.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Riemann's uniformization theorem; geometric properties of Möbius transformations; Schwarz's symmetry principle and applications; a model of the hyperbolic plane; introduction to holomorphic functions of several complex variables.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di analisi complessa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Elementi di calcolo delle variazioni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of calculus of variations

**Obiettivi formativi:** Principi variazionali in una e più variabili. Equazione di Eulero-Lagrange. Condizioni sufficienti di minimalità. Esempi classici di problemi variazionali. Funzioni assolutamente continue e metodo diretto. Geodetiche. Teorema del passo montano e principi di minimax.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Variational principles in one and several variables. Euler-Lagrange equation. Sufficient conditions for minimality. Classical examples. Absolutely continuous functions (of one variable) and the direct method of the Calculus of Variations. Geodesics. Mountain-pass theorem and minmax principle.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di calcolo delle variazioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Elementi di calcolo in gruppi omogenei (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of calculus of homogeneous groups

**Obiettivi formativi:** Gruppi di Lie nilpotenti semplicemente connessi: dilatazioni intrinseche, distanze invarianti, misura di Haar. Differenziabilità rispetto l'operazione di gruppo e le dilatazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Simply connected nilpotent Lie groups: inner dilations, invariant distances, Haar measure. Differentiability with respect to group action and dilations

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di calcolo in gruppi omogenei	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

## Elementi di geometria algebrica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of algebraic geometry

**Obiettivi formativi:** Varietà affini, proiettive e quasi-proiettive. Morfismi. Applicazioni razionali. Punti lisci e dimensione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Affine, projective and quasi-projective varieties. Morphisms. Rational maps. Smooth points and dimension.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di geometria algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Elementi di logica matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of Mathematical Logic

**Obiettivi formativi:** Calcolo dei predicati. Sistemi formali. Teorema di completezza.

**Obiettivi formativi in Inglese:** First order logic. Formal systems. Completeness theorem.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di logica matematica	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di meccanica celeste (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of celestial mechanics

**Obiettivi formativi:** Problema dei 2 corpi ed equazione di Keplero. Problema dei 3 corpi ristretto circolare, integrale di Jacobi, criterio di stabilità di Hill, cenni su orbite confinate ma caotiche. Maree ed evoluzione mareale nel sistema solare; la Terra come corpo esteso.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The 2-body problem and Keplers equation. The circular restricted 3-body problem, Jacobi's integral and Hill's stability criterion, notes on chaotic yet confined orbits. Tides and tidal evolution in the Solar System; the Earth as an extended body.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di meccanica celeste	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di probabilità e statistica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of probability and statistics

**Obiettivi formativi:** Probabilità su spazi numerabili: condizionamento, indipendenza, variabili aleatorie. Variabili aleatorie con densità: variabili gaussiane. Inferenza statistica: stima, test, intervalli di fiducia. Principali test statistici su modelli gaussiani.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Probability on metric spaces. Dependence, independence, random variables. Random variables with density: Gaussian variables. Statistic elements: estimates, test, intervals of confidence. Main statistical tests on Gaussian models.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova finale scritta, eventualmente anche in itinere, e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di probabilità e statistica	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di teoria degli insiemi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of Set Theory

**Obiettivi formativi:** Nozioni di logica. Teoria assiomatica degli insiemi. Cardinali. Ordinali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Topics in logic. Axiomatic set theory. Cardinal and ordinal numbers.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di teoria degli insiemi	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Elementi di topologia algebrica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elements of algebraic topology

**Obiettivi formativi:** Omologia simpliciale e singolare, CW complessi, coomologia, prodotto cup, dualità di Poincaré.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Singular and simplicial omology, CW complexes, cohomology, cup product, Poincaré duality.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Elementi di topologia algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Equazioni alle derivate parziali (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Partial differential equations

**Obiettivi formativi:** Equazioni e sistemi del primo ordine. Rappresentazione esplicita delle soluzioni delle equazioni di Laplace, del calore, e delle onde. Proprietà qualitative delle soluzioni: principio del massimo, unicità, regolarità e dispersione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** First order equations and systems. Explicit representation of the solution to Laplace equation, heat equation and wave equations. Qualitative properties of the solutions: maximum principle, uniqueness, regularity and dispersion.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da

un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi

pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni alle derivate parziali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Equazioni alle derivate parziali 2 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Partial differential equations 2

**Obiettivi formativi:** Selezione di argomenti avanzati della teoria delle equazioni alle derivate parziali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Selected topics from the theory of partial differential equations.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.  
**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni alle derivate parziali 2	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Equazioni della fluidodinamica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Equations of fluid mechanics

**Obiettivi formativi:** Introduzione alla teoria matematica delle equazioni alle derivate parziali della meccanica dei continui e in particolare a quelle di Eulero e Navier-Stokes per fluidi incomprimibili.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to the mathematical theory of the partial differential equations of continuum mechanics and in particular to the Euler and Navier-Stokes equations for incompressible fluids.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni della fluidodinamica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Equazioni differenziali ordinarie (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Ordinary differential equations

**Obiettivi formativi:** Problema di Cauchy. Equazioni di Bernoulli, D'Alembert, Clairaut, Eulero, Riccati. Metodo di Peano. Equazioni lineari. Dipendenza regolare dai dati. Soluzioni massimali. Equilibri. Problemi di Sturm-Liouville.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Cauchy Problem, local or global existence. Equations of Bernoulli, D'Alembert, Clairaut, Eulero, Riccati. Peano's method. Linear equations. Smooth dependence on the data. Maximal solutions. Equilibria. Sturm-Liouville problems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni differenziali ordinarie	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Equazioni differenziali stocastiche e applicazioni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Stochastic differential equations and applications

**Obiettivi formativi:** Introduzione ai teoremi di esistenza ed unicità (debole o forte) per equazioni differenziali stocastiche ordinarie, legami con le equazioni alle derivate parziali, applicazioni in ambito fisico o biologico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Introduction to existence and uniqueness results (strong and weak) for stochastic ordinary differential equations, connections to partial differential equations, applications to biological and physical models.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni differenziali stocastiche e applicazioni	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Equazioni ellittiche (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elliptic equations

**Obiettivi formativi:** Teoria della regolarità. Equazioni in forma di divergenza. Equazioni non variazionali. Equazioni non lineari. Problemi al contorno. Frontiera libera. Problemi con ostacolo. Equazioni degeneri. Teoria del potenziale. Funzioni armoniche. Interpolazione. Autovalori.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Theory of regularity. Equations in divergence form. Nonvariational equations. Nonlinear equations. Boundary problems. Free boundary problems. Obstacle problems. Degenerate equations. Potential theory. Harmonic functions. Interpolation. Eigenvalues.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni ellittiche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Equazioni iperboliche (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Hyperbolic equations

**Obiettivi formativi:** Equazioni differenziali di tipo iperbolico, risultati fondamentali e selezione di argomenti avanzati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Partial differential equations of hyperbolic type, fundamental results and selected advanced topics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni iperboliche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Equazioni paraboliche (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Parabolic equations

**Obiettivi formativi:** Equazioni differenziali di tipo parabolico, lineari e non lineari, risultati fondamentali e selezione di argomenti avanzati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Partial differential equations of parabolic type (linear and non linear), fundamental results and selected advanced topics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Equazioni paraboliche	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Finanza matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical physics

**Obiettivi formativi:** Orbite periodiche e teorema di Poincaré-Birkhoff, teoria delle perturbazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Periodic orbits and Poincaré-Birkhoff theorem, perturbation theory.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Finanza matematica	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Fisica II (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics II

**Obiettivi formativi:** Elettrostatica e magnetostatica nel vuoto, correnti stazionarie, induzione, circuiti passivi lineari RLC, equazioni di Maxwell, onde elettromagnetiche, polarizzazione, irraggiamento, riflessione e rifrazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Electrostatics and magnetostatics in the vacuum, stationary currents, induction, RCL passive linear circuits, Maxwell equations, electromagnetic waves, polarization, irradiation, reflection and refraction.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali estesi.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisica II	9	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Fisica III (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics III

**Obiettivi formativi:** Sistemi e trasformazioni termodinamiche, gas perfetto, prima e seconda legge, temperatura ed entropia; potenziali ritardati, relatività speciale e legami con l'elettromagnetismo, cenni su argomenti di fisica moderna (meccanica quantistica e altro).

**Obiettivi formativi in Inglese:** Thermodynamic systems and transformations, perfect gases, first and second laws, temperature and entropy; delayed potentials, special relativity and connections with electromagnetism, outline of selected topics of modern physics (quantum mechanics and more).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisica III	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

## Fisica matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Math Physics

**Obiettivi formativi:** Richiami di meccanica hamiltoniana, sistemi completamente integrabili e variabili azione angolo. Metodi perturbativi: teorema della media. Soluzioni periodiche del problema degli N-corpi, teorema geometrico di Poincaré-Birkhoff. Orbite periodiche con metodi variazionali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Hamiltonian Mechanics. Integrable systems and action-angle variables. Methods from perturbation theory: averaging theorem. Periodic solution of the N-body problem: continuation methods, geometric theorem by Poincaré-Birkhoff, periodic orbits with variational methods.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fisica matematica	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Fondamenti della matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Foundations of mathematics

**Obiettivi formativi:** Sistemi formali e teorie fondazionali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Formal systems and foundational theories.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Fondamenti della matematica	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Forme modulari (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Modular forms

**Obiettivi formativi:** L-serie, equazioni funzionali e operatori di Heck

**Obiettivi formativi in Inglese:** L-series, functional equations and Hecke operators.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Forme modulari	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Funzioni speciali (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Special functions

**Obiettivi formativi:** Funzione gamma di Eulero: equazioni funzionali, formula di Stirling. Funzioni ellittiche: funzione P di Weierstrass. Elementi della teoria della funzione zeta di Riemann. Soluzioni di equazioni differenziali lineari a coefficienti analitici: funzione ipergeometrica, funzioni di Bessel.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Euler gamma-function: functional equations, Stirling's formula. Elliptic functions: Weierstrass' P-function. Topics in the theory of the Riemann zeta-function. Solutions of linear differential equations with analytic coefficients: hypergeometric function, Bessel functions.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Funzioni speciali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Geodesia via satellite (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Satellite geodesy

**Obiettivi formativi:** Problema dei minimi quadrati, simmetrie e degenerazioni. Campo gravitazionale di un corpo esteso, problema del satellite. Perturbazioni non-gravitazionali, geodesia e gravimetria spaziale, terrestre e interplanetaria.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Least squares problems, symmetries and degeneracies. Gravity field of an extended body, satellite problem. Non-gravitational perturbations, space geodesy and gravimetry, around Earth and other planets.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geodesia via satellite	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Geometria algebrica A (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Algebraic geometry A

**Obiettivi formativi:** Schemi, fasci, coomologia.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Schemes, sheaves, cohomology.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Geometria algebrica B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic geometry B

**Obiettivi formativi:** Varietà complesse, metodi trascendenti

**Obiettivi formativi in Inglese:** Complex manifolds, transcendental methods.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Geometria algebrica C (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic geometry C

**Obiettivi formativi:** Curve e superfici di Riemann.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Curves and Riemann surfaces.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica C	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Geometria algebrica D (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic geometry D

**Obiettivi formativi:** Tori complessi e varietà abeliane.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Complex tori and abelian varieties.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. A seconda del piano di studi scelto dal singolo studente, questa attività può essere caratterizzante oppure affine.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica D	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Geometria algebrica E (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic geometry E

**Obiettivi formativi:** Superfici algebriche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Algebraic surfaces.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica E	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria algebrica F (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic geometry F

**Obiettivi formativi:** Varietà toriche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Toric varieties.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria algebrica F	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria algebrica G (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic geometry G

**Obiettivi formativi:** Varietà algebriche di dimensione alta

**Obiettivi formativi in Inglese:** Higher dimensional algebraic varieties

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria Algebrica G	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria degli spazi metrici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Geometry of metric spaces

**Obiettivi formativi:** Nozioni di curvatura. Quasi isometrie. Geometria a larga scala.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Notions of curvatures. Quasi isometries. Coarse geometry.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria degli spazi metrici	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Geometria di contatto (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Contact geometry

**Obiettivi formativi:** Varietà di contatto. Esempi standard. Teorema di Darboux. Nodi Legendriani e trasversi. Libri aperti e strutture di contatto.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Contact manifolds. Basic examples. Darboux's theorem. Legendrian and transverse knots. Open books and contact structures.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria di contatto	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Geometria differenziale complessa (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Complex differential geometry

**Obiettivi formativi:** Varietà complesse; coomologia di Dolbeault; varietà di Stein; metriche e distanze intrinseche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Complex manifolds; Dolbeault cohomology; Stein manifolds; intrinsic metrics and distances.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria differenziale complessa	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Geometria e topologia delle superfici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Geometry and topology of surfaces

**Obiettivi formativi:** Spazio di Teichmüller; laminazioni geodetiche; complessi di curve.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Teichmüller space; geodesic laminations; curve complexes.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria e topologia delle superfici	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Geometria e topologia differenziale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Differential geometry and topology

**Obiettivi formativi:** Geometria differenziale di curve e superfici nello spazio euclideo, introduzione a varietà e mappe differenziabili in dimensione  $n$ .

**Obiettivi formativi in Inglese:** Differential geometry of curves and surfaces in the Euclidean space; introduction to smooth manifolds and maps in dimension  $n$ .

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria e topologia differenziale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Geometria iperbolica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Hyperbolic geometry

**Obiettivi formativi:** Lo spazio iperbolico. Esempi e costruzioni di varietà iperboliche. Proprietà topologiche e geometriche di varietà iperboliche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Hyperbolic space. Examples and constructions of hyperbolic manifolds. Topological and geometric properties of hyperbolic manifolds.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria iperbolica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Geometria reale A (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Real geometry A

**Obiettivi formativi:** Geometria degli insiemi semialgebrici. Algebra reale. Strutture o-minimali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Semialgebraic sets. Real algebra. o-minimal structures.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale A	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Geometria reale B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Real geometry B

**Obiettivi formativi:** Geometria degli insiemi semianalitici e subanalitici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Geometry of semianalytic and subanalytic sets.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale B	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Geometria reale C (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Real geometry C

**Obiettivi formativi:** Topologia delle curve e superfici reali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Topology of real curves and surfaces

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale C	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria reale computazionale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computational real geometry

**Obiettivi formativi:** Campi formalmente reali. Numeri algebrici reali, varietà algebriche reali. Algoritmi e applicazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Formally real fields. Real algebraic numbers, real algebraic varieties. Algorithms and applications.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria reale computazionale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Geometria riemanniana (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Riemannian geometry

**Obiettivi formativi:** Relazioni fra curvatura e topologia; teoremi di confronto e di pinching.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Relationships between curvatures and topology; comparison theorems and pinching theorems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria riemanniana	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Geometria simplettica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Symplectic geometry

**Obiettivi formativi:** Varietà simplettiche. Esempi standard. Teorema di Darboux. Strutture quasi-complesse compatibili.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Symplectic manifolds. Basic examples. Darboux's theorem. Compatible almost-complex structures.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria simplettica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Geometria 2 (12 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Geometry 2

**Obiettivi formativi:** Spazi proiettivi, proiettività, riferimenti proiettivi. Coniche e quaderiche. Curve algebriche piane; teorema di Bezout. Spazi topologici, assiomi di separazione, connessione, compattezza, topologia prodotto, topologia quoziente. Funzioni di una variabile complessa: funzioni analitiche, olomorfe e meromorfe, teorema di Cauchy, teorema dei residui. Gruppo fondamentale e rivestimenti.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Projective spaces, projective maps, projective frames. Conics and quadratics. Plane algebraic curves; Bezout theorem. Topological spaces, separation axioms, connected spaces, compact spaces, product topology, quotient topology. Functions of one complex variable: analitic functions, holomorphic functions, meromorphic functions, Cauchy theorem, residue theorem. Fundamental group, covering maps.

**CFU:** 12

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli annuali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Geometria 2	12	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Gruppi di Coxeter (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Coxeter Groups

**Obiettivi formativi:** Sistemi di radici e gruppi generati da riflessioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Root systems and groups generated by reflections.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Gruppi di Coxeter	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Gruppi e rappresentazioni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Groups and representations

**Obiettivi formativi:** Rappresentazioni di gruppi finiti. Esempi di classi di gruppi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Representations of finite groups. Examples of classes of groups

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale,

che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Gruppi e rappresentazioni	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

## Introduzione alla meccanica quantistica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Introduction to quantum mechanics

**Obiettivi formativi:** Meccanica quantistica delle particelle: dualità onda/particella, principio di sovrapposizione, principio di indeterminazione, equazione di Schroedinger.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Quantum mechanics of particles: wave/particle duality, superposition principle, indetermination principle, Schroedinger equation.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Introduzione alla meccanica quantistica	6	FIS/02 FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI	Affini o integrative	lezioni frontali

## Introduzione alla teoria geometrica della misura (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Introduction to geometric measure theory

**Obiettivi formativi:** Misure e dimensione di Hausdorff. Insiemi rettificabili. Formula dell'area e della coarea

**Obiettivi formativi in Inglese:** Hausdorff measures and dimensions. Rectifiable sets. Area and coarea formulas.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale,

che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Introduzione alla teoria geometrica della misura	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Introduzione all'analisi p-adica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Introduction to p-adic analysis

**Obiettivi formativi:** Struttura dei numeri p-adici; continuità, differenziabilità e analiticità in campo p-adico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The structure of p-adic numbers; continuous, differentiable and analytic p-adic functions .

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Introduzione all'analisi p-adica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Istituzioni di algebra (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of algebra

**Obiettivi formativi:** Localizzazione di anelli e moduli, anelli e moduli noetheriani ed artiniani, decomposizione primaria, estensioni intere, domini di Dedekind, valutazioni ed anelli di valutazione, completamenti, dimensione e polinomio di Hilbert.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Localization of rings and modules, noetherian and artinian rings and modules, primary decomposition, integral extensions, Dedekind domains, valuations and valuation rings, completions, dimension and Hilbert polynomial.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli istituzionali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di algebra	9	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Istituzioni di analisi matematica (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of mathematical analysis

**Obiettivi formativi:** Spazi di Banach e Hilbert. Operatori lineari, completezza, convessità, dualità, teoria spettrale per operatori compatti su spazi di Hilbert ed applicazioni al problema di Sturm. Spazi di distribuzioni. Trasformata di Fourier di distribuzioni. Spazi di Sobolev, immersioni di Sobolev, compattezza e teorema di traccia.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Banach and Hilbert spaces. Linear operators, compactness, convexity, duality, spectral theory on Hilbert spaces and applications to Sturm problem. Distributions. Fourier transform of distributions. Sobolev spaces in domains and compactness. Trace in Sobolev spaces.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli istituzionali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di analisi matematica	9	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Istituzioni di analisi numerica (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of numerical analysis

**Obiettivi formativi:** Polinomi ortogonali; approssimazione ai minimi quadrati e minimax; interpolazione spline; formule gaussiane di integrazione. Metodi alle differenze finite per equazioni alle derivate parziali di tipo ellittico, parabolico e iperbolico.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Orthogonal polynomials; least squares and minimax approximation. Spline interpolation. Gaussian integration. Finite differences for elliptic, parabolic and hyperbolic equations.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli istituzionali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di analisi numerica	9	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Istituzioni di didattica della matematica (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of mathematics education

**Obiettivi formativi:** La conoscenza dei modelli teorici classici della ricerca internazionale in didattica della matematica. La conoscenza e l'analisi critica delle indicazioni per il curriculum di matematica nella scuola italiana. La conoscenza e l'analisi critica dei quadri teorici di riferimento delle agenzie nazionali ed internazionali di valutazione degli apprendimenti in matematica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** This course in Foundations of Mathematics Education proposes to develop: knowledge of theoretical models and results of the research in mathematics education, knowledge and critical analysis of Italian principles and standards for school mathematics, knowledge and critical analysis of the theoretical frameworks of OCSE-PISA, TIMSS-PIRLS and INVALSI (Italian Institute for the Evaluation of the Educational System).

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli istituzionali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di didattica della matematica	9	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Istituzioni di fisica matematica (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Fundamentals of mathematical physics

**Obiettivi formativi:** Principi variazionali della Meccanica ed equazioni di Eulero-Lagrange, dinamica e geodetiche, sistemi hamiltoniani, trasformazioni canoniche, equazione di Hamilton-Jacobi, problemi integrabili e teorema di Liouville-Arnold, introduzione alla teoria delle perturbazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Variational principles of Mechanics and Euler-Lagrange equations, dynamics and geodesics, Hamiltonian systems, canonical transformations, Hamilton-Jacobi equation, integrable problems and Liouville-Arnold theorem, introduction to perturbation theory.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli istituzionali.

**Modalità di verifica finale:** Prova finale scritta, eventualmente anche in itinere, e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di fisica matematica	9	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Istituzioni di geometria (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of geometry

**Obiettivi formativi:** Calcolo differenziale globale; coomologia di de Rham; connessioni e curvature; rudimenti di gruppi di Lie.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Global differential calculus; de Rham cohomology; connections and curvatures; basics of Lie groups theory.

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli istituzionali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di geometria	9	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Istituzioni di probabilità (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Principles of probability

**Obiettivi formativi:** Processi stocastici a tempi continui, processi di Markov: due esempi (processo di Wiener e processo di Poisson). Integrazione stocastica secondo Ito, formula di Ito e applicazioni. Equazioni differenziali stocastiche e legami con equazioni a derivate parziali. Alcune applicazioni (filtraggio e formule di Black-Scholes).

**Obiettivi formativi in Inglese:** Stochastic processes with continuous times and Markov processes: two examples (Wiener and Poisson processes). Ito's stochastic integration, Ito's formula and applications. Stochastic differential equations and their connection with partial differential equations. Selected applications (filtering and Black-Scholes formulas).

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli istituzionali.

**Modalità di verifica finale:** Prova finale scritta, eventualmente anche in itinere, e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Istituzioni di probabilità	9	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Laboratorio di fisica per l'insegnamento (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Physics lab for teaching

**Obiettivi formativi:** Sviluppare competenze nella gestione di esperienze di laboratorio, fornire basi teoriche di un approccio alla misura.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To develop competencies in the management of lab experiences, to offer the theoretical basis of an approach to measurement.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova pratica di laboratorio e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Laboratorio di fisica per l'insegnamento	6	FIS/01 FISICA SPERIMENTALE	Affini o integrative	lezioni frontali+laboratorio

## Linguaggi di programmazione con laboratorio (9 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Programming languages with laboratory

**Obiettivi formativi:** Macchine astratte, descrizione formale dei linguaggi di programmazione, tecniche di realizzazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Semantics of programming languages; semantic-driven implementation of abstract machines

**CFU:** 9

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali con laboratorio.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Linguaggi di programmazione con laboratorio	9	INF/01 INFORMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali+laboratorio

## Logica matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical Logic

**Obiettivi formativi:** Calcolo dei predicati. Teoremi di incompletezza di Godel. Decidibilità e indecidibilità.

**Obiettivi formativi in Inglese:** First order logic. Godel's incompleteness theorems. Decidability and undecidability.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Logica matematica	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Matematica discreta (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Discrete mathematics

**Obiettivi formativi:** Calcolo combinatorio, funzioni generatrici, grafi, teoria di Ramsey.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Combinatorics, generating functions, graphs, Ramsey theory.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica discreta	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Matematica e musica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematics and music

**Obiettivi formativi:** Formalizzazione algebrica delle strutture musicali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Algebraic formalization of musical structures.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica e musica	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Matematica e società (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematics and society

**Obiettivi formativi:** Matematica, società e curricula; il contesto culturale nell'insegnamento ed apprendimento della matematica; il ruolo delle conoscenze matematiche non-scolastiche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Mathematics, society and curricula; the cultural context in mathematics teaching and learning; the role of the out-of-school mathematical knowledge.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica e società	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Matematica per l'insegnamento alla scuola secondaria di primo grado A (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematics for Teaching Middle School Part A

**Obiettivi formativi:** Il corso intende ripercorrere da un punto di vista superiore i contenuti matematici previsti nell'insegnamento a livello di scuola secondaria di primo grado (con riferimento agli obiettivi di apprendimento e traguardi per competenza delle Indicazioni Nazionali per il primo ciclo per gli ambiti Numeri e Dati e Previsioni) discutendo i principali nodi concettuali e didattici relativi all'insegnamento di tali contenuti a livello di scuola secondaria di primo grado.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Description: The course introduces, from a higher standpoint, mathematical topics for the middle school curriculum (with explicit reference to the learning goals described in the National Guidelines for the first school cycle for the content areas of Numbers and Data and Predictions).

Course objectives: The course will foster reflection upon the main conceptual and didactical issues regarding the mathematical content presented for prospective middle school teachers.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Esame scritto e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica per l'insegnamento alla scuola secondaria di primo grado A	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Matematica per l'insegnamento alla scuola secondaria di primo grado B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematics for Teaching Middle School Part B

**Obiettivi formativi:** Il corso intende ripercorrere da un punto di vista superiore i contenuti matematici previsti nell'insegnamento a livello di scuola secondaria di primo grado (con riferimento agli obiettivi di apprendimento e traguardi

per competenza delle Indicazioni Nazionali per il primo ciclo per gli ambiti Spazio e Figure e Relazioni e Funzioni); discutendo i principali nodi concettuali e didattici relativi all'insegnamento di tali contenuti a livello di scuola secondaria di primo grado.

Il corso ripercorre e approfondisce da un punto di vista superiore i contenuti matematici previsti in due dei quattro ambiti all'interno delle Indicazioni Nazionali: Spazio e Figure e Relazione e Funzioni presentandone e discutendone gli aspetti di complessità didattica rispetto allo specifico livello scolastico (con riferimento ai risultati di ricerca più recenti nel settore).

In particolare saranno trattati i seguenti contenuti matematici:

Le proprietà delle principali figure piane (triangoli, quadrilateri, poligoni regolari, cerchio).

Le trasformazioni geometriche e i loro invarianti.

La misura.

La rappresentazione piana delle figure tridimensionali e lo studio dei solidi più comuni.

La stima delle grandezze.

Il piano cartesiano.

Relazioni e funzioni e loro rappresentazioni.

La manipolazione delle prime formule algebriche e il concetto di proporzionalità.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Description: The course introduces, from a higher standpoint, mathematical topics for the middle school curriculum (with explicit reference to the learning goals described in the National Guidelines for the first school cycle for the content areas of Space and Figures and Functions).

Course objectives: The course will foster reflection upon the main conceptual and didactical issues regarding the mathematical content presented for prospective middle school teachers.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** esame scritto e orale

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematica per l'insegnamento alla scuola secondaria di primo grado B	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Matematiche elementari da un punto di vista superiore: aritmetica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elementary mathematics from an advanced standpoint: arithmetic

**Obiettivi formativi:** Gli insiemi numerici: possibili introduzioni, proprietà

**Obiettivi formativi in Inglese:** Number sets: possible introductions, properties.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematiche elementari da un punto di vista superiore: aritmetica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Matematiche elementari da un punto di vista superiore: geometria (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elementary mathematics from an advanced standpoint: geometry

**Obiettivi formativi:** Assiomatiche per la geometria euclidea; geometrie non euclidee; trasformazioni geometriche

**Obiettivi formativi in Inglese:** Axiomatic systems for Euclidean geometry; non-Euclidean geometries; geometric transformations.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Matematiche elementari da un punto di vista superiore: geometria	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

**Meccanica celeste (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Celestial mechanics

**Obiettivi formativi:** Singolarità e orbite periodiche nel problema degli N corpi

**Obiettivi formativi in Inglese:** Singularities and periodic orbits in the N-body problem.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica celeste	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Meccanica dei continui (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Continuous mechanics

**Obiettivi formativi:** Richiami di calcolo tensoriale, meccanica dei continui tridimensionali e dei continui unidimensionali (anche con struttura).

**Obiettivi formativi in Inglese:** Elements of tensor calculus, continuous mechanics in dimensions three and one.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica dei continui	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Meccanica razionale (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Rational mechanics

**Obiettivi formativi:** Fondamenti di meccanica newtoniana, equazioni cardinali, moti centrali, corpo rigido, moti vincolati ed equazioni di Lagrange, integrali primi e riduzione, equilibri e piccole oscillazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Basic Newtonian mechanics, cardinal equations, central forces, rigid body, constrained motion and Lagrange equations, integrals and reduction, equilibria and small oscillations.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova finale scritta, eventualmente anche in itinere, e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica razionale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Meccanica relativistica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Relativistic mechanics

**Obiettivi formativi:** Relatività speciale e principio di equivalenza di Einstein. Spazio-tempo come varietà. Moto lungo una geodetica. Equazioni di Einstein per la curvatura dello spazio-tempo. Metrica di Schwarzschild e di Kerr. Esempi di osservabili relativistiche

**Obiettivi formativi in Inglese:** Special Relativity and Einstein's Equivalence Principle. Spacetime as a manifold. Motion along a geodesic. Einstein's equations for spacetime curvature. Schwarzschild and Kerr metrics. Examples of relativistic observables.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica relativistica	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Meccanica spaziale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Space mechanics

**Obiettivi formativi:** Moto di satelliti artificiali e sonde spaziali, missioni spaziali interplanetarie.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Motion of artificial satellites and space probes, interplanetary space missions.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica spaziale	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Meccanica superiore (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced mechanics

**Obiettivi formativi:** Obiettivi formativi: Indicatori di comportamento caotico e metodi ergodici per sistemi meccanici

**Obiettivi formativi in Inglese:** Measure of chaos and ergodic methods in mechanics

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Meccanica superiore	6	MAT/07 FISICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi decisionali guidati dai modelli (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Combinatorial optimization

**Obiettivi formativi:** Ottimalità e algoritmi, algoritmi euristici, tecniche di rilassamento, algoritmi enumerativi. Software di ottimizzazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Optimization and algorithms, heuristic algorithms, relaxation techniques, numerical algorithms. Optimization Software.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi decisionali guidati dai modelli	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

**Metodi di approssimazione (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Approximation methods

**Obiettivi formativi:** Risoluzione numerica di equazioni matriciali. Algoritmi numerici per matrici con struttura.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Numerical solution of matrix equations. Numerical methods for structured matrices.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi di approssimazione	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Metodi di ottimizzazione delle reti (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Operational research and communication and transport nets.

**Obiettivi formativi:** Algoritmi ad hoc per problemi di flusso su rete, routing in reti di comunicazione, progetto di reti di comunicazione, reti di trasporto.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Algorithms adhoc for the problems of net traffic, routing of nets, programming of communication nets, transport nets.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi di ottimizzazione delle reti	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

## Metodi matematici della crittografia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical methods in Cryptography

**Obiettivi formativi:** Metodi ed algoritmi matematici applicati alla crittografia ed alla crittanalisi: fattorizzazione, logaritmo discreto. Curve ellittiche, fattorizzazione e crittografia ellittica ed iperellittica. Reticoli.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Mathematical methods in cryptography and cryptanalysis: factorization, discrete logarithm. Elliptic curves, factorization, elliptic and hyperelliptic cryptography. Lattices.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi matematici della crittografia	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Metodi numerici per catene di Markov (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Numerical methods for Markov chains.

**Obiettivi formativi:** Matrici nonnegative e teorema di Perron-Frobenius. Metodi per catene di Markov finite e infinite. Modelli di code e loro matrici di transizione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Nonnegative matrices and Perron-Frobenius theorem. Methods for finite and infinite Markov chains. Queueing models and their transition matrices.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per catene di Markov	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Numerical Methods for Ordinary Differential Equations

**Obiettivi formativi:** Problemi ai valori iniziali e ai valori limite, metodi a un passo, metodi a più passi, metodi di shooting.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Initial values and boundary values problems, one-step and multi-step methods, shooting methods.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per equazioni differenziali ordinarie	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Metodi numerici per la grafica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Numerical methods for graphics.

**Obiettivi formativi:** Parametrizzazione interpolazione e approssimazione di curve e superfici. Curve e superfici di Bezier, B-spline.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Numerical methods for graphics: Parametrization interpolation and approximation of curves and surfaces. Bezier curves and surfaces, B-Splines.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per la grafica	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Metodi numerici per l'analisi di Fourier (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Numerical methods for Fourier analysis.

**Obiettivi formativi:** Serie di Fourier e trasformata di Fourier. Trasformata discreta di Fourier, trasformate trigonometriche. Algoritmi veloci per il calcolo delle trasformate discrete.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Fourier series, Fourier transform and discrete Fourier transform. Trigonometric transforms. Fast algorithms for their computation

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi numerici per l'analisi di Fourier	6	MAT/08 ANALISI NUMERICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Metodi topologici in analisi globale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Topological methods in the global analysis

**Obiettivi formativi:** Elementi di analisi non lineare per alcuni problemi di tipo "globale", quali: il problema della sella, il punto fisso di Brouwer, le dimensioni e l'invarianza del dominio, la pettinabilità della sfera, il problema di Jordan. Applicazioni alle equazioni differenziali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Basic methods for global problems in nonlinear analysis: the saddle problem, Brouwer fixed-point theorem, domain invariance, combing the sphere, Jordan's theorem. Applications to differential equations.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi topologici in analisi globale	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Metodi topologici per le equazioni differenziali (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Topological methods for differential equations

**Obiettivi formativi:** Teorie topologiche variazionali o non variazionali per alcune classi di equazioni non lineari di tipo differenziale o integrale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Topological theories in variational or non variational framework, for some classes of nonlinear differential or integral equations.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Metodi topologici per le equazioni differenziali	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Modelli matematici in biomedicina e fisica matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical models in biomedicine and mathematical physics

**Obiettivi formativi:** Obiettivi formativi: Equazioni differenziali ordinarie con effetti dissipativi (ritardo, memoria, etc) e stabilità, e loro applicazioni in biomedicina. Equazioni alle derivate parziali e loro applicazioni in fisica matematica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Ordinary differential equations with dissipative effects (delay, memory, etc) and stability, and their applications in biomedicine. Partial differential equations and their applications in mathematical physics.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Modelli matematici in biomedicina e fisica matematica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Onde lineari e non lineari (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Linear and nonlinear waves:

**Obiettivi formativi:** Principali proprietà delle soluzioni delle equazioni delle onde lineari e non lineari; proprietà dispersive delle soluzioni e decadimento dell'energia locale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Main properties of the solutions of linear and nonlinear wave equations; dispersive properties and local energy decay.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Onde lineari e non lineari	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Operatori differenziali e teoremi dell'indice (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Differential operators and index theorems

**Obiettivi formativi:** Algebre di Clifford. Operatori di Dirac. Teoremi dell'indice.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Clifford algebras. Dirac operators. Index theorems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Operatori differenziali e teoremi dell'indice	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Origini e sviluppo delle matematiche moderne (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Origins and development of modern mathematics

**Obiettivi formativi:** Problematiche e metodologie necessarie per affrontare una ricerca nel campo della storia della matematica moderna: inquadramento generale, lettura diretta di testi, discussione della letteratura in materia.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Problems and methods to study the math modern history: general picture, direct study of classical texts.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Origini e sviluppo delle matematiche moderne	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Probabilità (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Probability

**Obiettivi formativi:** Complementi di misura e integrazione: integrazione delle variabili aleatorie. Indipendenza di variabili aleatorie: leggi 0-1. Le funzioni caratteristiche. Convergenza di variabili aleatorie. Teoremi limite (leggi dei Grandi Numeri e teorema del Limite Centrale). Due esempi di processi stocastici: il processo di Wiener e il processo di Poisson.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Complements of the measure and integration theory. Limit theorems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Probabilità	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Probabilità superiore (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced probability

**Obiettivi formativi:** Presentazione di una selezione di argomenti avanzati di probabilità quali Spazi Gaussiani, Calcolo di

Malliavin, processi di Levy e Levy-stabili.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Selected topics in advanced probability theory, e.g., Gaussian spaces, Malliavin Calculus, Levy processes and Levy-stable processes.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Probabilità superiore	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Problem solving (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Problem solving

**Obiettivi formativi:** Ruolo dei problemi nell'insegnamento della matematica; euristiche; problem solving e problem posing.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The role of problems in the teaching of mathematics; euristics; problem solving and problem posing.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problem solving	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Problemi di evoluzione (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Evolution problems

**Obiettivi formativi:** Equazioni astratte, scale di Banach. Teorema di Cauchy-Kovalewski. Caratteristiche. Equazione delle onde. Sistemi iperbolici a coefficienti costanti. Condizioni di Hadamard-Garding. Sistemi simmetrici, metodo dell'energia. Sistemi strettamente iperbolici. Simmetrizzatore micro-locale.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Abstract equations, Banach scales. Cauchy-Kovalewski theorem. Characteristics. Wave equation. Hyperbolic systems with constant coefficients. Hadamard-Garding conditions. Symmetric systems, energy method. Strictly hyperbolic equations. Microlocal symmetrizers.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problemi di evoluzione	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Problemi e metodi della ricerca in didattica della matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Problems and methods in Mathematics Education Research

**Obiettivi formativi:** Il corso, rivolto agli studenti interessati alla ricerca

in didattica della matematica, intende dare l'opportunità di conoscere e confrontarsi con le problematiche tipiche di tale campo di ricerca (sia quelle classiche che quelle più recenti) e con i metodi di ricerca utilizzati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course, addressed to students interested in research in Mathematics Education, will introduce them to research questions and methodologies typical of Mathematics Education

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problemi e metodi della ricerca in didattica della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Problemi e metodi in storia della matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Problems and methods in history of mathematics

**Obiettivi formativi:** Il corso, rivolto agli studenti interessati alla ricerca in storia della matematica o anche solo ad approfondire una visione degli aspetti culturali della matematica, intende dare l'opportunità di conoscere e confrontarsi con le problematiche tipiche di questo campo di ricerca (sia quelle classiche sia quelle più recenti) e con i metodi di ricerca utilizzati.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course, addressed to students interested in research in history of mathematics – or at least in the cultural aspects of mathematics – will introduce them to research questions and methodologies (both classical and recent) typical of this field.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Problemi e metodi in storia della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

#### Processi stocastici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Stochastic processes

**Obiettivi formativi:** Processi di Markov, forme di Dirichlet, processi gaussiani.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Markov processes, Dirichlet forms, Gaussian processes.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Processi stocastici	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

## Prova finale (27 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Final proof

**Obiettivi formativi:** 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 dallo studente con l'assistenza di almeno un docente (relatore), eventualmente esterno al corso di studi, e in una esposizione orale conclusiva del lavoro svolto. La prova finale verrà valutata in base alla originalità dei risultati, alla padronanza dell'argomento, all'autonomia e alle capacità espositive e di ricerca bibliografica mostrate dal candidato. 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.

Alla prova finale sono attribuiti 27 CFU, di cui 1 CFU corrispondente a ulteriori attività formative utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Nomina del controrelatore.

La tesi dev'essere esaminata anche da un controrelatore, che produrrà un parere da presentare in fase di discussione finale. Se il relatore è esterno al dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa, allora il controrelatore dev'essere scelto fra i docenti afferenti al dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa. La nomina del controrelatore spetta al presidente di corso di laurea magistrale in Matematica, partendo (ma non necessariamente limitandosi a) uno o più nominativi che devono essere suggeriti dal relatore con almeno un mese d'anticipo sulla sessione di laurea in cui sarà discussa la tesi.

**CFU:** 27

**Reteirabilità:** 1

**Modalità di verifica finale:** Si vedano le "Modalità determinazione voto di Laurea" nella parte introduttiva del presente regolamento.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Prova finale	27	NN No settore	Prova finale	prova finale

## Ricerca operativa (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Operational research

**Obiettivi formativi:** Grafi, programmazione lineare, programmazione intera, elementi di teoria dell'ottimizzazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Graph, linear programming, elements of the optimization theory

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ricerca operativa	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Scrittura scientifica in lingua inglese – Teoria e pratica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Scientific Writing in English – Theory and Practice

**Obiettivi formativi:** Attraverso letture mirate ed esercitazioni in classe, lo studente sarà indirizzato al modo corretto di scrivere un articolo scientifico al fine di aumentarne le probabilità di pubblicazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Learn how to correctly write a scientific paper to increase publishing probabilities.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna. È obbligatoria la frequenza ad almeno l'80% delle lezioni. Il corso è della categoria: Moduli Specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La valutazione complessiva finale sarà determinata dagli esiti delle prove di scrittura svolte in itinere durante le lezioni. Si tratta di un'attività che non dà luogo a voto o giudizio, ma alla sola idoneità.

**Lingua ufficiale:** Inglese

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
---------------	-----	-----	-----------	----------------

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Scrittura scientifica in lingua inglese	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	lezioni frontali

## Sistemi dinamici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Dynamical systems

**Obiettivi formativi:** Sistemi dinamici lineari (con richiami di algebra lineare), stabilità e teoria qualitativa per sistemi dinamici non lineari, formalismo hamiltoniano e lagrangiano ad un grado di libertà, sistemi dinamici discreti, un esempio elementare di caos.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Linear dynamical systems (with revision of linear algebra), stability and qualitative theory for nonlinear dynamical systems, Hamiltonian and Lagrangian formalism for systems with one degree of freedom, discrete dynamical systems, an elementary example of chaos.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali fondamentali.

**Modalità di verifica finale:** Prova finale scritta, eventualmente anche in itinere, e prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistemi dinamici	6	MAT/07 FISICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Sistemi dinamici discreti (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Discrete dynamical systems

**Obiettivi formativi:** Dinamica topologica; insiemi iperbolici; teoria ergodica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Topological dynamics; hyperbolic sets; ergodic theory.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Sistemi dinamici discreti	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Spazi di funzioni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Functional spaces

**Obiettivi formativi:** Proprietà fini delle funzioni derivabili in senso debole: funzioni di Sobolev e BV, insiemi di perimetro finito. Altri spazi di funzioni. Riarrangiamento e disuguaglianze funzionali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Fine properties of weakly differentiable functions: Sobolev functions, BV functions, finite perimeter sets. Other functional spaces. Rearrangement and functional inequalities.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Spazi di funzioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali
-------------------	---	---------------------------	----------------------	------------------

## Spazi simmetrici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Symmetric spaces

**Obiettivi formativi:** Gruppi di Lie. Algebre di Lie. Spazi localmente simmetrici e spazi simmetrici.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Lie groups and Lie algebras. Locally symmetric and symmetric spaces.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Spazi simmetrici	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Statistica matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Mathematical statistics

**Obiettivi formativi:** Modelli statistici: modelli dominati. Stime: stime consistenti e di Massima verosimiglianza. Intervalli di fiducia e test. I principali test sui modelli gaussiani (di Student, di Fisher Snedecor). Modelli statistici non parametrici: teorema di Glivenko-Cantelli e test del chi-quadro.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Statistical models, estimates, main tests on gaussian models. Statistical models without parameters.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Statistica matematica	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Statistica Superiore (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Advanced Statistics

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire:

- Conoscenze fondamentali di statistica multivariata utili per l'analisi di tabelle di dati e serie storiche.
- Abilità nell'uso del software statistico R.

L'allievo al termine del corso conoscerà la teoria riguardante l'analisi di dati e serie storiche, sarà in grado di esaminare tabelle di dati e serie storiche tramite metodologie di statistica multivariata e saprà dare conclusioni quantitative per mezzo del software R. In particolare saprà quindi conoscere e saper applicare:

- La regressione lineare multipla.
- Il metodo delle componenti principali e analisi fattoriale.
- Metodi di classificazione e clustering.
- Metodi di analisi e previsione di serie storiche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The course aims to provide:

- An introduction to multivariate statistics for the analysis of data tables and time series.
- Expertise in the statistical software R

At the end of the course the student will acquire the theoretical and practical ability to analyse a data table or a time series by multivariate statistical methodologies and give quantitative conclusions using the software R. In particular the student will know

- Multiple linear regression.
- Principal component analysis and factor analysis.

- Statistical classification and clustering.
- Analysis and prediction of time series.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** no

**Modalità di verifica finale:** L'esame è composto da una prova scritta e una prova orale. La prova scritta può eventualmente essere rimpiazzata, per gli studenti frequentanti, dalla realizzazione di un progetto da consegnare a fine corso.

La prova scritta consiste in una serie di domande relative alla implementazione dei concetti teorici appresi durante il corso con il software illustrato, incluse le possibili conclusioni modellistiche che si possono desumere dai risultati delle analisi.

Il progetto consiste nell'individuazione di un problema di interesse per le metodologie studiate, nell'analisi di tabelle di dati riguardanti tale problema, nella sintesi di conclusioni qualitative e quantitative riguardanti il problema in esame attraverso i metodi appresi durante il corso. Il progetto viene descritto in dettaglio in una relazione consegnata a fine corso.

La prova orale consiste in una approfondita discussione della relazione sul progetto (se svolto dallo studente) e da domande concernenti la teoria, in cui si può essere richiesta l'esposizione di una metodologia, la formulazione precisa di un problema, dimostrazioni matematiche riguardanti le teorie discusse nel corso.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Statistica Superiore	6	MAT/06 PROBABILITA E STATISTICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Storia della matematica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Hystory of Mathematics

**Obiettivi formativi:** Il corso è di tipo istituzionale e intende offrire una panoramica delle grandi linee di sviluppo della matematica occidentale fino alla fine del XIX secolo. A questo aspetto verrà, di anno in anno, accoppiato un approfondimento di uno o più temi particolarmente rilevanti, quali la geometria cartesiana, l'invenzione del calcolo infinitesimale, le origini della teoria di Galois, la "nuova" analisi di Cauchy.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to offer a survey on the development of the main lines of Western mathematics until the end of 19th century. A more depth study of one or more topics (e.g. Cartesian geometry, the rise of differential calculus, equation theory and the birth of Galois theory, the "new" Cauchy's analysis etc.) will be offered.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Storia della matematica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Storia della matematica antica e della sua tradizione (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** History of ancient mathematics and its tradition

**Obiettivi formativi:** Problematiche e metodologie necessarie per affrontare una ricerca nel campo della storia della matematica antica: inquadramento generale (caratteristiche della matematica greca, concetto di tradizione testuale, edizioni di riferimento), lettura diretta di testi legati a un autore classico o a una problematica, e studio della tradizione rinascimentale e dell'impatto sulla nascita della matematica moderna.

**Obiettivi formativi in Inglese:** The aim of the course is to appreciate the problems and methods needed in order to approach research in the field of history of Ancient mathematics. After some general topics, one or more texts of a Classical author (e.g. Euclid, Archimedes, Apollonius, etc.) will be discussed, studying also their tradition in the Renaissance and the relevant literature.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Storia della matematica antica e della sua tradizione	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Superfici minime (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Minimal Surfaces

**Obiettivi formativi:** Risultati di esistenza per superfici minime: approccio classico, insiemi di perimetro finito, correnti. Alcuni risultati di regolarità per le ipersuperfici minime.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Existence results for minimal surfaces: classical approach, finite perimeter sets, currents. Some regularity results for minimal hypersurfaces.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Superfici minime	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Tecnologie per la didattica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Technologies for education

**Obiettivi formativi:** Ruolo delle tecnologie nell'apprendimento / insegnamento della matematica; uso e costruzione di strumenti didattici informatici, multimediali e telematici

**Obiettivi formativi in Inglese:** Technologies for education: The role of technologies in the teaching/learning of mathematics; use and construction of computer-based, multimedia and at distance teaching instruments.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Tecnologie per la didattica	6	MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Teoria algebrica dei numeri 1 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic number theory 1

**Obiettivi formativi:** Campi di numeri, interi dei campi di numeri; fattorizzazione unica degli ideali, ramificazione, gruppo delle classi di ideali, teorema delle unità di Dirichlet.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Number fields, rings of integers; unique factorization of ideals, ramification, ideal class group, Dirichlet unit theorem.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria algebrica dei numeri 1	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

### Teoria algebrica dei numeri 2 (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Algebraic number theory 2

**Obiettivi formativi:** Valori assoluti, campi locali, differente, discriminante, ramificazione, gruppi di ramificazione.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Absolute values, local fields, different, discriminant, ramification, ramification groups.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria algebrica dei numeri 2	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Teoria analitica dei numeri A (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Analytic number theory A

**Obiettivi formativi:** Problemi legati alla distribuzione dei primi; la Zeta di Riemann e le funzioni L di Dirichlet.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Problems in analytic number theory related to the distribution of primes; the Riemann Zeta-function and the Dirichlet L-functions .

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria analitica dei numeri A	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Teoria analitica dei numeri B (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Analytic number theory B

**Obiettivi formativi:** Problemi analitici di natura additiva con particolare riferimento al metodo di Hardy e Littlewood

**Obiettivi formativi in Inglese:** Additive problems in analytic number theory with particular attention to the Hardy-Littlewood method.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria analitica dei numeri B	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Teoria degli insiemi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Set Theory

**Obiettivi formativi:** Modelli della teoria degli insiemi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Models of set theory.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria degli insiemi	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Teoria dei campi e teoria di Galois (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Field and Galois theories

**Obiettivi formativi:** Estensioni algebriche ed estensioni trascendenti, chiusura algebrica, separabilità, teoria di Galois, risolubilità, estensioni abeliane, teoria di Kummer.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Algebraic and transcendental extensions, algebraic closure, separability, Galois theory, solvability, abelian extensions, Kummer theory.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei campi e teoria di Galois	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

## Teoria dei codici (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Coding theory

**Obiettivi formativi:** Trasmissione con errore, correzione d'errore. Famiglie di codici correttori. Metodi di geometria algebrica e algebra computazionale per la costruzione di codici e la decodifica.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Transmission with errors, error correction. Families of error correcting codes. Algebraic geometry and computer algebra methods for the construction and decoding of error correcting codes.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei codici	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Teoria dei codici e crittografia (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Coding theory and cryptography

**Obiettivi formativi:** Trasmissione dei dati, strutture matematiche per la correzione efficiente degli errori di trasmissione. Principali codici correttori, loro proprietà e decodifica. Principali problemi crittografici: cifratura, firma, identificazione, integrità dei dati. Principali protocolli crittografici e problemi matematici sottiacenti.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Data transmission, mathematical structures for error correction. Main classes of error correcting codes, their properties and decoding. Main cryptographic problems: cyphers, signature, identification, data integrity. Main cryptographic protocols and the underlying mathematical problems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei codici e crittografia	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali + esercitazioni

**Teoria dei controlli (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Automated control theory

**Obiettivi formativi:** Teoria di controllabilità, osservabilità e stabilizzazione via feedback; modelli di controllo lineari; teoria geometrica di controllabilità per sistemi regolari; sistemi switching e sistemi ibridi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Controllability, observability and feedback stabilization; linear control models; geometric controllability for regular systems; switching and hybrid systems.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi

pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei controlli	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei giochi (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Game theory.

**Obiettivi formativi:** Equilibri nei modelli di giochi noncooperativi, teoria dei giochi cooperativi, giochi posizionali e giochi differenziali

**Obiettivi formativi in Inglese:** Equilibrium theory for noncooperative game models, cooperative game theory, positional games and differential games.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei giochi	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria dei gruppi (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Group theory

**Obiettivi formativi:** Serie di composizione, gruppi di permutazioni, gruppi nilpotenti, gruppi risolubili.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Composition series, permutation groups, nilpotent and solvable groups

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei gruppi	6	MAT/02 ALGEBRA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria dei modelli (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Model Theory.

**Obiettivi formativi:** Modelli di teorie del primo ordine. Compattezza. Equivalenza elementare. Applicazioni all'aritmetica, ai campi, e ad altre strutture algebrico-relazionali.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Models of first order theories. Compactness. Elementary equivalence. Applications to arithmetic, fields, and other algebraic structures.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei modelli	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria dei nodi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Knot theory

**Obiettivi formativi:** Invarianti di nodi e di link. Trecce.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Invariants of knots and links. Braids.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei nodi	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

#### Teoria dei numeri elementare (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Elementary number theory

**Obiettivi formativi:** Congruenze di grado superiore al primo e struttura moltiplicativa delle classi di resto. Proprietà algebriche e asintotiche delle funzioni aritmetiche. Problemi additivi e moltiplicativi legati alla distribuzione dei numeri primi. Approssimazioni razionali di numeri algebrici e trascendenti

**Obiettivi formativi in Inglese:** Congruences of degree higher than one and multiplicative structure of residue classes. Algebraic and asymptotic properties of the arithmetical functions. Additive and multiplicative problems connected with the distribution of prime numbers. Rational approximations of algebraic and transcendental numbers.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli semestrali complementari.

**Modalità di verifica finale:** Prova orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei numeri elementare	6	MAT/02 ALGEBRA	Caratterizzanti	lezioni frontali + esercitazioni

#### Teoria dei semigrupperi (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Semigroup theory

**Obiettivi formativi:** Semigrupperi di operatori, applicazioni alle equazioni di evoluzione

**Obiettivi formativi in Inglese:** Semigroups of operators, applications to evolution equations.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria dei semigrupperi	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria del controllo ottimo (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Optimal control theory

**Obiettivi formativi:** Problemi di controllo di energia minima e di tempo minimo; esistenza e di sensitività delle soluzioni; principio di massimo di Pontryagin, approccio di programmazione dinamica ed equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Minimum energy and minimum time optimal control problems; existence and sensitivity theory; Pontryagin maximum principle; dynamic programming approach and Hamilton-Jacobi-Bellman equation.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria del controllo ottimo	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

#### Teoria della calcolabilità (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Computability Theory

**Obiettivi formativi:** Modelli di calcolo e funzioni calcolabili.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Models of computation and recursive functions.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria della calcolabilità	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Teoria della dimostrazione (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Proof theory

**Obiettivi formativi:** Il concetto formale di dimostrazione. Sistemi dimostrativi. Logiche non classiche. Analisi ordinale

**Obiettivi formativi in Inglese:** Proof Theory: The formal notion of proof. Proof systems. Non-classical logics. Ordinal analysis.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria della dimostrazione	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

**Teoria della misura (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Measure theory

**Obiettivi formativi:** Misure astratte, misure su uno spazio topologico, integrale di Daniell, convergenze di misure.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Abstract measures, measures on a topological vector space, integral of Daniell, convergence of measures.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Prova scritta e/o orale, eventualmente integrata da un seminario, su indicazione del docente, da comunicarsi pubblicamente prima dell'inizio delle lezioni. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria della misura	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

**Teoria delle categorie (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Category theory

**Obiettivi formativi:** Categorie, funtori; aggiunti; limiti, colimiti; fasci, topoi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Categories, functors; adjoints; limits, colimits; sheaves, topoi.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Teoria delle categorie	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali
------------------------	---	-----------------------------	----------------------	------------------

## Teoria delle funzioni (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Theory of functions

**Obiettivi formativi:** Elementi della teoria delle funzioni analitiche di una variabile complessa: serie di Mittag-Leffler, fattorizzazione di Weierstrass, fattorizzazione delle funzioni intere di ordine finito, sviluppi asintotici, teorema di Picard.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Topics in complex function theory: Mittag-Leffler's series, Weierstrass' factorization, factorization of entire functions of finite order, asymptotic expansions, Picard's theorem.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria delle funzioni	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Teoria descrittiva della complessità (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Descriptive complexity theory

**Obiettivi formativi:** Modelli finiti e complessità computazionale

**Obiettivi formativi in Inglese:** Finite models and computational complexity.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria descrittiva della complessità	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Teoria e metodi dell'ottimizzazione (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Theory and methods of optimization

**Obiettivi formativi:** Ottimizzazione non lineare: condizioni di ottimalità per problemi vincolati e non vincolati, teoria della dualità, metodi risolutivi per problemi vincolati e non vincolati, applicazioni.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Nonlinear programming: optimality conditions for unconstrained and constrained problems, duality theory, solution methods for unconstrained and constrained problems, applications.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** Esame orale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria e metodi dell'ottimizzazione	6	MAT/09 RICERCA OPERATIVA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## Teoria ergodica (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Ergodic theory

**Obiettivi formativi:** Teoremi di Krein-Milman e di Choquet, teoria spettrale. Esempi di base. Teoremi di Poincaré, Birkhoff, von Neumann. Decomposizione ergodica. "Mixing" e "weak mixing". Operatore di Perron-Frobenius. Decadimento delle correlazioni. Entropia. Dinamica simbolica. Catene di Markov e misura di Parry.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Theorems of Krein-Milman and Choquet, spectral theory. Basic examples. Poincaré, Birkhoff and von Neumann theorems. Ergodic decomposition. Mixing and weak mixing, Operator of Perron-Frobenius. Correlations decay. Entropy. Symbolic dynamics. Markov chains and Parry measure.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria ergodica	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Teoria geometrica della misura (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Geometric measure theory

**Obiettivi formativi:** Nozioni di base di teoria geometrica della misura. Correnti normali ed intere. Esistenza delle soluzioni per il problema di Plateau omologico. Varifold.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Basic notions of geometric measure theory. Integral e normal currents. Existence of solution for the homological Plateau problem. Varifolds.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Teoria geometrica della misura	6	MAT/05 ANALISI MATEMATICA	Affini o integrative	lezioni frontali

## Tirocinio didattico (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Teaching experiences in secondary school

**Obiettivi formativi:** Dare l'opportunità agli studenti interessati all'insegnamento nella scuola secondaria di una prima esperienza guidata in classe per sviluppare competenze nella preparazione e gestione di percorsi didattici e nell'analisi a priori e a posteriori di situazioni d'aula.

**Obiettivi formativi in Inglese:** To give students the opportunity to develop competencies in planning and managing didactical paths and in analysing classroom situations (a priori and a posteriori).

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Presentazione di una relazione finale da parte dello studente stagista, sottoscritta dal tutor universitario e dal tutor scolastico, senza indicazione di una valutazione numerica, soggetta ad approvazione da parte del Consiglio del Corso di Studio. Si tratta di un'attività che non dà luogo a voto o giudizio, ma alla sola idoneità.

**Lingua ufficiale:** Italiano

### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Tirocinio didattico	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera	tirocinio

**Tirocinio/stage (breve) (3 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Apprenticeship/stage (short)

**Obiettivi formativi:** Periodo di acquisizione sul posto di competenze scientifico/professionali presso aziende di ricerca e sviluppo, software house, case editoriali, o altre tipologie di impresa.

**Obiettivi formativi in Inglese:** On-site period for the achievement of professional/scientific skills at research and development firms, software houses, publishers, or other enterprises.

**CFU:** 3

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Presentazione di una relazione da parte dello studente stagista, confermata da una dichiarazione di conformità da parte dell'ente o azienda ospitante, senza indicazione di una valutazione numerica, soggetta ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Studio. Si tratta di un'attività che non dà luogo a voto o giudizio, ma alla sola idoneità.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Tirocinio/stage (breve)	3	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	tirocinio

**Tirocinio/stage (lungo) (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Apprenticeship/stage (extended)

**Obiettivi formativi:** Periodo di acquisizione sul posto di competenze scientifico/professionali presso aziende di ricerca e sviluppo, software house, case editoriali, o altre tipologie di impresa.

**Obiettivi formativi in Inglese:** On-site period for the achievement of professional/scientific skills at research and development firms, software houses, publishers, or other enterprises.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna

**Modalità di verifica finale:** Presentazione di una relazione da parte dello studente stagista, confermata da una dichiarazione di conformità da parte dell'ente o azienda ospitante, senza indicazione di una valutazione numerica, soggetta ad approvazione da parte del Consiglio di Corso di Studio. Si tratta di un'attività che non dà luogo a voto o giudizio, ma alla sola idoneità.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Tirocinio/stage (lungo)	6	NN No settore	Altre attività - scelta libera dello studente	tirocinio

**Topologia algebrica (6 CFU)**

**Denominazione in Inglese:** Algebraic topology

**Obiettivi formativi:** Omotopia e teorie coomologiche.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Homotopy and cohomology theories.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica

Topologia algebrica	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali
---------------------	---	------------------	-----------------	------------------

### Topologia differenziale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Differential topology

**Obiettivi formativi:** Funzioni di Morse e decomposizioni in manici. Teorema dell'h-cobordismo.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Morse functions and handle decompositions. The h-cobordism theorem.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia differenziale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia e geometria in bassa dimensione (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Low-dimensional topology and geometry

**Obiettivi formativi:** Varietà topologiche, lineari a pezzi e differenziabili di dimensione minore di 5.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Topological, PL and differentiable manifolds of dimension less than 5.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia e geometria in bassa dimensione	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

### Topologia generale (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** General topology

**Obiettivi formativi:** Spazi normali, teorema di Urysohn, compattezza, teorema di Baire, paracompattità, partizioni dell'unità.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Normal spaces, Urysohn theorem, compactifications, Baire theorem, paracompact spaces, partitions of unity.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

#### Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Topologia generale	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

### Ultrafiltri e metodi nonstandard (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** Ultrafilters and nonstandard methods

**Obiettivi formativi:** Ultrafiltri e ultrapotenze. Fondamenti dell'analisi non-standard. Applicazioni alla teoria di Ramsey e alla teoria combinatoria dei numeri.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Ultrafilters and ultrapowers. Foundations of nonstandard analysis. Applications to Ramsey theory and combinatorial number theory.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
Ultrafiltri e metodi nonstandard	6	MAT/01 LOGICA MATEMATICA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## 2-varietà (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** 2-manifolds

**Obiettivi formativi:** Varietà di dimensione due e loro automorfismi.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Two-dimensional manifolds and their automorphisms.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
2-varietà	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali

## 3-varietà (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** 3-manifolds

**Obiettivi formativi:** Risultati classici sulla topologia delle 3-varietà. Esempi e costruzioni di 3-varietà.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Classical results on the topology of 3-manifolds. Examples and constructions of 3-manifolds.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

## Moduli

Denominazione	CFU	SSD	Tipologia	Caratteristica
3-varietà	6	MAT/03 GEOMETRIA	Caratterizzanti	lezioni frontali

## 4-varietà (6 CFU)

**Denominazione in Inglese:** 4-manifolds

**Obiettivi formativi:** Risultati classici sulla topologia delle 4-varietà. Esempi e costruzioni di 4-varietà.

**Obiettivi formativi in Inglese:** Classical results on the topology of 4-manifolds. Examples and constructions of 4-manifolds.

**CFU:** 6

**Reteirabilità:** 1

**Propedeuticità:** Nessuna; il corso è della categoria: Moduli specialistici.

**Modalità di verifica finale:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del

docente) in forma seminariale. Si tratta di un esame di profitto, la cui valutazione dà luogo a un voto.

**Lingua ufficiale:** Italiano

**Moduli**

<b>Denominazione</b>	<b>CFU</b>	<b>SSD</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Caratteristica</b>
4-varietà	6	MAT/03 GEOMETRIA	Affini o integrative	lezioni frontali