

# MATEMATICA

La matematica è la lingua con cui è scritto l'Universo. È la base di tutte le scienze. È da sempre lo strumento più potente per costruire modelli, programmi, progetti. È al centro dell'informatica, dell'utilizzo dei computer e di molte applicazioni tecnologiche. Studiare matematica all'Università non significa passare il tempo a fare calcoli: è tutta un'altra cosa. È impadronirsi di strumenti per comprendere la realtà, e interagire con essa. È avere a disposizione concetti, idee, teorie per rivelare la struttura nascosta della natura anche quando è straordinariamente complessa: come in un fiocco di neve o in una bolla di sapone, nei cristalli, nelle onde, nelle piume, nei fiori, nelle nuvole. È non accontentarsi di sapere che una cosa "funziona", ma cercare di capire perché. La matematica è anche una delle espressioni più creative del pensiero umano: mai come in questa disciplina, per riuscire, è necessario coniugare il rigore logico con la fantasia. In effetti, il lavoro di moltissimi matematici è ispirato non solo da applicazioni immediate ma anche da esigenze interne della teoria, e - non ultimo - da un preciso senso estetico. I numeri primi sono stati studiati senza prevedere che sarebbero stati alla base del più diffuso sistema di trasmissione sicura dei dati attualmente in uso. L'aspetto creativo della matematica stupisce non poche matricole, malgrado il fatto che questa disciplina sia studiata fin dai primissimi anni di scuola.

I licei e vari istituti tecnici forniscono la formazione minima necessaria per poter affrontare matematica all'Università. Gli studenti devono sostenere una prova di valutazione che si terrà il 10 settembre 2008 alle ore 09.00 nelle aule della Facoltà di Scienze MFN, allo scopo di valutare le conoscenze di base in Matematica. Per motivi organizzativi, lo studente deve prenotarsi presso il servizio Infodesk (tel. 06.7259.4800) di accoglienza alle matricole della Facoltà di Scienze MFN:

**da lunedì 14 luglio a venerdì 25 luglio 2008 dalle ore 9,00 alle ore 14,00; da lunedì 25 agosto a venerdì 12 settembre 2008 dalle ore 9,00 alle ore 14,00.**

A coloro che non dovessero superare il test viene data la possibilità di colmare le proprie lacune seguendo appositi corsi di Matematica di base, organizzati nel mese di Settembre, al termine dei quali la prova di valutazione verrà ripetuta. Per coloro che non superano nemmeno questo secondo test o per coloro che si immatricolano più tardi, è inoltre previsto un ulteriore test a dicembre.

Coloro che comunque non superano la prova o si immatricolano senza aver sostenuto alcun test di accesso hanno l'obbligo di sostenere come prime prove due esami a scelta tra Analisi Matematica 1, Geometria 1 e Algebra 1.

Chi desidera, può consultare il materiale sul sito [www.mat.uniroma2.it/ndida/](http://www.mat.uniroma2.it/ndida/) alla voce "Immatricolazioni".

Il Corso di laurea offre la possibilità di capire le basi della matematica, di usare gli strumenti informatici e di calcolo, di comprendere e di usare i modelli matematici e statistici in mille possibili applicazioni di tipo scientifico, tecnico ed economico. Il Corso di laurea in matematica dà allo studente

una formazione "forte". Prima di tutto apprenderà le conoscenze fondamentali e acquisirà i metodi che vengono usati nella matematica (in particolare, nell'algebra, nell'analisi e nella geometria). Ma anche le conoscenze necessarie per comprendere e utilizzare l'informatica e la fisica, per costruire modelli di fenomeni complessi (per esempio, l'andamento del prezzo di alcune azioni in Borsa o le migrazioni dei primi Homo sapiens) per maneggiare bene il calcolo numerico e simbolico con i suoi lati operativi.

I tre anni di studio di matematica a Tor Vergata prevedono un biennio uguale per tutti ma, all'ultimo anno, danno la possibilità di scegliere tre percorsi diversi. C'è un percorso applicativo che permette di studiare in modo approfondito la modellistica, la computazione, l'informatica. Questo percorso è quello che dà la possibilità, a chi vuole, di inserirsi rapidamente nel mondo del lavoro. In alternativa, si possono continuare gli studi nei corsi delle Lauree specialistiche. C'è un percorso didattico che serve per chi vorrà dedicarsi all'insegnamento e proseguire dopo la laurea verso la formazione prevista dalla legge per arrivare ad insegnare. Il terzo percorso è quello generale, rivolto a chi è interessato ad approfondire le conoscenze fondamentali della matematica e che, spesso, ha già in mente di proseguire lo studio nei corsi delle Lauree specialistiche. Agli studenti vengono offerte anche attività esterne come gli stage presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori. Ma, anche, soggiorni presso università straniere. Studiare matematica a Tor Vergata significa quindi frequentare un corso di studi completo, perché tutti i settori della ricerca, sia quelli più tradizionali sia quelli più recenti, sono rappresentati. Inoltre, qui si ha la possibilità di interagire con gruppi di ricerca di punta a livello nazionale e internazionale. L'indagine sulla ricerca nell'area matematica svolta recentemente dal Ministero per l'Università ha posto Tor Vergata al primo posto in Italia. Una laurea in matematica permette non solo di iniziare una carriera di ricercatore o di insegnante, continuando gli studi, ma anche di entrare nel mondo del lavoro in moltissimi settori, dalla finanza

all'informatica, dalla medicina all'ingegneria, dalle scienze sociali alla produzione alimentare. Perché ovunque c'è bisogno di costruire dei modelli che funzionino, c'è bisogno di un matematico. Non è un caso che, ad esempio, lavori che sembrerebbero destinati a laureati in economia, oggi vengono affidati a matematici. Infatti, fino a pochi anni fa, per molte professioni era sufficiente una formazione matematica abbastanza sommaria. Ma oggi l'avvento dei computer ha reso utilizzabili in pratica molte teorie avanzate che solo ieri sembravano troppo complicate e astratte per essere di qualche utilità. Chi è in grado di avvalersi di queste nuove possibilità va avanti; gli altri, invece, restano indietro e perdono competitività. Per questi motivi ci sono molti ambiti professionali nei quali è diventato indispensabile inserire un matematico nell'equipe. Il matematico si affianca all'ingegnere ad esempio per la costruzione delle nuove barche per le regate internazionali oppure per la progettazione di protocolli di trasmissione per le telecomunicazioni. O anche per la realizzazione degli effetti speciali del nuovo cinema o degli stupefacenti cartoni animati di ultima generazione. Si affianca al biologo che studia il sequenziamento del DNA umano e all'ecologo che studia la dinamica delle popolazioni. La sua presenza è fondamentale negli uffici studi delle grandi banche, dove è necessario sviluppare modelli complessi per la valutazione dei rischi e la determinazione dei prezzi dei derivati finanziari. Un'analisi recente dei diversi impieghi ad alto livello dei laureati in Matematica in Italia si può trovare sul sito:

<http://mestieri.dima.unige.it/>

Dove l'applicazione della matematica è particolarmente evidente è l'informatica: i computer di domani (e tutto il mondo complesso del trasferimento dell'informazione) nascono dalla ricerca matematica di oggi. Con un curioso rapporto: da una parte, le conoscenze matematiche portano allo sviluppo dell'informatica, dall'altro il computer, aumentando la sua potenza di calcolo, consente l'uso di nuovi strumenti matematici per la soluzione di problemi complessi in ogni settore della conoscenza umana. C'è dunque da meravigliarsi, in tutto questo, se diciamo che i matematici sono una grande comunità internazionale, collaborano molto tra di loro e danno vita a gruppi di ricerca di altissimo livello? Una comunità di cui si fa parte con enorme piacere e in cui c'è largo spazio per i giovani, che con le loro idee innovative hanno da sempre dato un impulso decisivo allo sviluppo di questa disciplina.

## Ordinamento degli Studi - Laurea Triennale

Com'è noto, gli ordinamenti didattici dei corsi di laurea sono stati oggetto di riforma in attuazione del D.M. 270 del 22/10/2004 (pubblicato nella G.U. n. 266 del 12/11/2004). Anche il nostro corso di laurea subirà quindi una trasformazione graduale dal vecchio al nuovo ordinamento. Tale fase investirà i prossimi tre anni accademici, al termine dei quali la riforma sarà andata a regime.

Le istruzioni seguenti tengono conto di questo passaggio. In particolare, il primo anno è stato strutturato in base all'ordinamento relativo al D.M. 270, mentre il secondo ed il terzo anno sono conformi al D.M. 509 del 22/10/1999. Gli studenti immatricolati fino all'a.a. 2007/08 potranno quindi completare il proprio corso di studi in base al vecchio ordinamento, mentre quelli che si immatricolano a partire dall'a.a. 2008/09 verranno automaticamente inseriti nel nuovo.

Come previsto dal D.M. 270, alcune prove di verifica relative ad insegnamenti distinti sono state accorpate (simbolo + tra insegnamenti oggetto di accorpamento).

Nelle tabelle successive la sigla CFU indica i crediti formativi universitari. Ogni CFU vale, convenzionalmente, 25 ore di lavoro (comprendendo le ore di lezione, di esercitazione e il lavoro individuale). È stato stabilito che 1 CFU corrisponda al lavoro necessario per seguire e comprendere 8 ore di lezione oppure 12 di esercitazione. Come indicato sotto (vedi la descrizione della prova finale), alla fine del corso di studi la media viene calcolata pesando i voti con il numero di CFU del corso a cui si riferiscono. In altre parole, i corsi con molti CFU richiedono più lavoro, ma un buon voto in uno di essi conta di più alla fine.

1°Anno I SEMESTRE

Algebra 1 (8 CFU)

Analisi matematica 1 (8 CFU) + Elementi di storia 2 (1 CFU)

Geometria 1 (8 CFU) + Elementi di storia 1 (1 CFU)

Lingua inglese (4 CFU)

II SEMESTRE

Analisi matematica 2 (8 CFU)

Geometria 2 (8 CFU)

Informatica 1 (6 CFU) + Laboratorio di calcolo 1 (4 CFU)

Probabilità e statistica 1 (3 CFU)

2°Anno I SEMESTRE

Algebra 2 (7 CFU)

Analisi matematica 3 (8 CFU)

Fisica 1 (8 CFU)  
Geometria 3 (7 CFU)

II SEMESTRE

Analisi matematica 4 (7 CFU)  
Fisica matematica 1 (8 CFU)  
Geometria 4 (7 CFU)  
Probabilità 2 (5 CFU)  
Laboratorio di sperimentazioni di Fisica (3 CFU)  
(obbligatorio per l'indirizzo didattico, a scelta con  
Lab. calcolo 2 per gli indirizzi generale e applicativo)  
Laboratorio di calcolo 2 (3 CFU)  
(a scelta con Lab. Sperimentazioni di Fisica  
per gli indirizzi generale e applicativo)

3°ANNO PER TUTTI

Analisi numerica 1 I Semestre (8 CFU)  
Analisi reale e complessa I Semestre (8 CFU)  
Fisica 2 I Semestre (8 CFU)  
Fisica matematica 2 II Semestre (8 CFU)  
Laboratorio di calcolo 3 II Semestre (3 CFU)  
Prova finale 5 CFU  
Corsi a scelta libera per un totale di (7 CFU)  
In più, due corsi a seconda dell'indirizzo come precisato qui di seguito  
(per la suddivisione dei corsi nei vari settori disciplinari si veda la pagina seguente):

INDIRIZZO APPLICATIVO

2 corsi a scelta (o 14 CFU) nei settori  
Analisi Matematica MAT/05  
Probabilità MAT/06  
Fisica Matematica MAT/07  
Analisi Numerica MAT/08  
Ottimizzazione MAT/09  
oppure  
Crittografia  
di cui almeno uno (o 7 CFU) sia  
Analisi Numerica 2 o Statistica

INDIRIZZO DIDATTICO

2 corsi a scelta (o 14 CFU) nei settori  
Logica Matematica MAT/01  
Matematiche Complementari MAT/04

INDIRIZZO GENERALE

2 corsi a scelta (o 14 CFU) di cui uno  
(o 7 CFU) nel settore  
Algebra MAT /02  
ed uno (o 7 CFU) nei settori  
Logica Matematica MAT /01  
Geometria MAT /03  
Analisi Matematica MAT /05

Oltre ai corsi obbligatori per tutti (Analisi Numerica 1, Analisi Reale e Complessa, Fisica 2, Fisica Matematica 2 e Laboratorio di Calcolo 3), sono attivati al terzo anno i seguenti corsi.

I SEMESTRE

Analisi numerica 3 (7 CFU)  
Crittografia (7 CFU)  
Funzioni olomorfe in più variabili (7 CFU)  
Informatica 4 (6 CFU)  
Informatica 6 (6 CFU)  
Informatica 7 (6 CFU)  
Metodi numerici per l'approssimazione (7 CFU)

Probabilità e finanza (7 CFU)  
Teoria algebrica dei numeri (7 CFU)  
Teoria dei fibrati (7 CFU)  
Teoria di Galois (7 CFU)

#### II SEMESTRE

Analisi di Fourier (7 CFU)  
Analisi numerica 2 (7 CFU)  
Calcolo delle variazioni (7 CFU)  
Elementi di teoria del controllo 1 (7 CFU)  
Meccanica analitica con applicazioni alla meccanica celeste (7 CFU)  
Geometria algebrica (7 CFU)  
Laboratorio di editoria scientifica: TeX (2 CFU)  
Logica matematica (7 CFU)  
Matematiche complementari (7 CFU)  
Metodi numerici per equazioni alle derivate parziali (7 CFU)  
Metodi numerici per l'ottimizzazione (7 CFU)  
Preparazione esame di cultura (5 CFU)  
Statistica (7 CFU)  
Storia delle matematiche 1 (7 CFU)  
Teoria delle rappresentazioni (7 CFU)  
Topologia algebrica (7 CFU)

A causa delle variazioni del numero dei crediti introdotte negli scorsi anni può accadere che uno studente, pur seguendo le indicazioni della guida, presenti un piano di studio che non comprenda tutti i 180 CFU previsti. Questa eventualità è prevista nella fase "di transizione" e lo studente che si trovi in tale situazione è invitato a rivolgersi al Presidente della commissione "Piani di studio", prof. Guido, per indicazioni specifiche. Inoltre, ricordiamo che gli studenti che si laureano in base al vecchio ordinamento (quello relativo al DM 509) devono avere acquisito nel loro corso di studi ULTERIORI 7 CFU nei settori affini oltre a quelli che risultano obbligatori nel presente schema di piano di studio. Il C.d.L. ha deliberato che i seguenti insegnamenti possono essere inseriti nelle "attività formative per acquisire abilità linguistiche, informatiche, relazionali" (attività di tipo "F"):

- Statistica
- Logica
- Analisi numerica 2
- Analisi numerica 3
- Probabilità e finanza
- Meccanica celeste
- Matematiche complementari
- Metodi numerici per l'ottimizzazione
- Crittografia e teoria dei codici
- Processi cognitivi e didattica della Matematica
- Didattica della Geometria
- Didattica della Matematica
- Didattica della Fisica
- ed inoltre i seguenti 5 moduli di 2 cfu l'uno che gli studenti hanno in precedenza mutuato dal "Corso di formazione alla didattica laboratoriale per la matematica" (Direttore prof. Ghione):
- La logica formale e la logica discorsiva
- Le coniche e le loro applicazioni
- Numeri primi e crittografia
- La catottrica
- Le attività formative relative al corso di formazione per insegnanti previsto nel corso dell' A.A. 2008/2009

Per ulteriori chiarimenti su questo punto gli studenti possono rivolgersi al Consiglio di Corso di Studi per indicazioni specifiche.

*Corsi di Matematica attivati per l'A.A. 2008/2009 suddivisi per settore disciplinare*

SETTORE MAT/01: LOGICA MATEMATICA

- Logica matematica

SETTORE MAT/02: ALGEBRA

- Teoria algebrica dei numeri
- Teoria di Galois
- Teoria delle rappresentazioni

SETTORE MAT/03: GEOMETRIA

- Crittografia
- Geometria algebrica
- Funzioni olomorfe in più variabili
- Teoria dei fibrati
- Topologia algebrica

SETTORE MAT/04: MATEMATICHE COMPLEMENTARI

- Matematiche complementari
- Storia delle matematiche 1

SETTORE MAT/05: ANALISI MATEMATICA

- Analisi di Fourier
- Calcolo delle variazioni
- Elementi Teoria del Controllo 1

SETTORE MAT/06: PROBABILITÀ

- Probabilità e finanza
- Statistica

SETTORE MAT/07: FISICA MATEMATICA

- Meccanica analitica con applicazioni alla meccanica celeste

SETTORE MAT/08: ANALISI NUMERICA

- Analisi numerica 2
- Analisi numerica 3
- Metodi numerici per l'approssimazione
- Metodi numerici per equazioni alle derivate parziali

SETTORE MAT/09: OTTIMIZZAZIONE

- Metodi numerici per l'ottimizzazione

Fanno parte del settore SETTORE INF/01: INFORMATICA

- Informatica 4
- Informatica 6
- Informatica 7

**Calendario 2008/2009**

I corsi del primo semestre si terranno dal 6 Ottobre 2008 al 30 Gennaio 2009. Quelli del secondo semestre, dal 2 Marzo 2009 al 5 Giugno 2009. Il 1 Ottobre 2008 alle ore 10.00, in aula 16, si terrà un incontro con gli studenti che frequenteranno il terzo anno nell'A.A. 2008/2009 durante il quale i docenti illustreranno brevemente i programmi dei corsi a scelta. Nella stessa riunione verrà distribuito un modulo su cui gli studenti sono invitati a indicare i corsi che intendono frequentare nel corso dell'anno accademico 2008/2009 (questo modulo ha una funzione diversa dal piano di studio, che viene descritto sotto).

### **Speciale per le matricole**

Test di valutazione. Il 10 settembre 2008 alle ore 9:00, nelle aule della Facoltà di Scienze MFN, previa prenotazione presso la presidenza della Facoltà o presso l'infodesk, verrà effettuato un test sugli argomenti che lo studente dovrebbe avere già acquisito nella scuola superiore. Gli studenti che non superano il test avranno a disposizione un corso di 20 ore (chiamato Matematica 0), appositamente concepito per aiutarli a colmare le lacune che si sono evidenziate. Il test potrà quindi essere ripetuto il 30 Settembre ed eventualmente a fine dicembre.

Coloro che comunque non superano la prova o si immatricolano senza aver sostenuto alcun test di accesso hanno l'obbligo di sostenere come prime prove due esami a scelta tra Analisi Matematica 1, Geometria 1 e Algebra 1. Il corso di Matematica 0 avrà inizio il 15 settembre 2008 e le lezioni termineranno il 26 settembre 2008.

### **Orientamento**

Oltre ai numeri di telefono ed al sito internet indicati nel capitoletto successivo (vita pratica), per chi desidera informazioni sul Corso di Laurea in Matematica, così come pure per gli altri corsi di Laurea della Facoltà di Scienze, verrà organizzato un servizio di accoglienza nel periodo delle iscrizioni (fine luglio e settembre). Sarà possibile in particolare avere informazioni sulle modalità di iscrizione, sul contenuto dei corsi e dialogare con gli studenti dei Corsi di Laurea.

### **Borse di Studio**

L'Istituto Nazionale di Alta Matematica (INDAM) bandisce quest'anno, su base nazionale, 40 borse di studio dell'importo di 4000 Euro annui, riservate a studenti che si iscrivono al primo anno del corso di Laurea in Matematica. Il bando è disponibile presso il sito dell'INDAM <http://www.altamatematica.it/>. L'assegnazione avviene mediante una prova di concorso, che si svolgerà martedì 9 settembre 2008 alle 14.30 presso alcune sedi universitarie italiane, tra cui Tor Vergata. Le domande di ammissione al concorso dovranno pervenire all'Istituto Nazionale di Alta Matematica entro l'8 settembre 2008.

### **Assegni**

La Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali dell'Università di Roma "Tor Vergata" ha bandito un concorso per l'assegnazione di 106 assegni di importo pari a 500 euro da attribuire agli studenti più meritevoli iscritti nell'anno 2007/08 ad un Corso di Laurea della Facoltà. Per l'A.A. 2008/09 si prevede un'iniziativa analoga. Per i dettagli dell'attribuzione, il numero e l'importo degli assegni si veda il sito della Facoltà

<http://www.scienze.uniroma2.it/>

La Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali dell'Università di Roma "Tor Vergata" assegna per l'A.A. 2008/09 26 borse di studio da 1000 euro per ognuno dei tre anni del corso di studio agli immatricolati ai corsi di laurea in Chimica, Fisica, Scienza dei Materiali, Fisica dell'Atmosfera e Meteorologia, Matematica e Scienza dei Media e della comunicazione. I premi verranno assegnati sulla base del risultato del test di valutazione del 10 Settembre ed in base ad ulteriori criteri che stabilirà il bando.

### **Tutorato**

Ad ogni studente immatricolato viene assegnato, entro il mese di Dicembre, un tutore, scelto tra i docenti, a cui lo studente può rivolgersi per consigli e suggerimenti. Al terzo anno ogni studente ha la possibilità di sostituire il tutore assegnatogli con un diverso docente che lo possa guidare nella scelta dei corsi opzionali a seconda delle inclinazioni dello studente stesso.

### **Vita pratica**

La segreteria didattica del Corso di Laurea è situata presso la Presidenza della Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, nell'edificio SOGENE in via della Ricerca Scientifica, ed è aperta tutti i giorni dal lunedì al venerdì dalle 9.00 alle 16.00. Presso la segreteria si trova la bacheca su cui vengono affissi gli avvisi e tutte le informazioni pratiche (orari dei corsi, calendario degli esami, orari di ricevimento dei docenti ...). Lo studente si può rivolgere alla segreteria per informazioni sulla didattica del corso di Laurea. La maggior parte delle informazioni è comunque riportata nel sito web del corso di Laurea: <http://mat.uniroma2.it/didattica/>. Informazioni si possono anche ottenere per posta elettronica all'indirizzo [ccl-mat@mat.uniroma2.it](mailto:ccl-mat@mat.uniroma2.it), oppure rivolgendosi alla segreteria del Corso di Laurea, Sig.ra Laura Filippetti, tel. 0672594839, presso il Dipartimento di Matematica.

### **Esami**

I corsi del primo semestre prevedono due appelli nella sessione estiva anticipata (febbraio) un appello nella sessione estiva (giugno-luglio) e uno in quella autunnale (settembre). I corsi del secondo semestre prevedono due appelli nella sessione estiva, uno in quella autunnale e uno a febbraio. Per gli insegnamenti

del terzo anno può essere organizzato, a richiesta, un ulteriore appello nel mese di ottobre.

### **Piani di studio**

Ogni anno, entro il mese di novembre, ciascuno studente dal secondo anno in poi presenta al Consiglio di Corso di Studi un piano di studio, in cui indica le proprie scelte relativamente alla parte opzionale del corso di studi. I piani di studio conformi a quelli consigliati sono approvati automaticamente; gli altri sono esaminati entro il mese di dicembre dal Consiglio di Corso di Studi, che eventualmente indica modifiche o integrazioni ritenute necessarie per l'approvazione.

### **Prova finale del corso di studi**

La prova finale per il conseguimento della Laurea in Matematica è, di norma, scelta dallo studente tra due tipi di prove, e cioè una tesina o un esame di cultura matematica.

a) *Tesina*: questo tipo di prova richiede, da parte dello studente, l'approfondimento di un argomento affine al contenuto di un corso presente nel proprio piano di studio ed è consigliato, in particolare, agli studenti che intendano cercare un lavoro subito dopo la laurea. L'argomento oggetto della tesi deve essere concordato con il docente del corso di riferimento, nonché con un docente scelto dallo studente, che può essere anche lo stesso che ha tenuto il corso e che svolge le funzioni di relatore. L'elaborato prodotto dallo studente viene quindi discusso e valutato nella seduta di laurea. Il Consiglio di Corso di Studi aggiorna annualmente la lista dei corsi che possono essere scelti ai fini della prova finale.

b) *Esame di cultura*: questo tipo di prova richiede il superamento di un esame scritto su argomenti di base appresi durante il corso di studi, che metta in risalto la comprensione e la capacità d'uso, da parte dello studente, del carattere interdisciplinare di tali nozioni. Lo svolgimento della prova scritta viene curato dalla commissione di laurea, con la quale lo studente discuterà il proprio elaborato nella seduta di laurea. Per agevolare il compito dello studente che sceglie questo tipo di prova finale, viene fornito un apposito corso di Preparazione all'Esame di Cultura che sarà tenuto nel II semestre. Questa scelta è particolarmente indicata per chi intende proseguire con la Laurea Specialistica. Modalità diverse di prova finale possono essere autorizzate dal Consiglio di Corso di Studi, sulla base di una richiesta motivata. In particolare, in relazione a obiettivi specifici, possono essere previste attività esterne, come tirocini formativi presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori, eventualmente in ambito internazionale. In ogni caso, lo studente deve realizzare un documento scritto (eventualmente in una lingua diversa dall'italiano) e sostenere una prova orale. La discussione avviene in seduta pubblica davanti a una commissione di docenti che esprime la valutazione complessiva in centodecimi, eventualmente anche con la lode.

### **Trasferimenti**

Gli studenti che si trasferiscono al Corso di Laurea in Matematica provenendo da altri Corsi di Studi possono chiedere il riconoscimento dei crediti relativi ad esami sostenuti nel corso di studi d'origine. Il Consiglio di Corso di Studi valuterà di volta in volta le singole richieste. Si precisa che i trasferimenti non possono avvenire su corsi disattivati.

## **Programmi dei corsi**

**ALGEBRA 1**  
**Prof. F. Gavarini**

Primo Anno - I Semestre - 8 CFU

Insiemi. Relazioni. Funzioni. Numeri naturali. Il principio di induzione matematica. Gruppi. Sottogruppi. Teorema di Lagrange. Sottogruppi normali. Gruppi quozienti. Omomorfismi. Nuclei. Teorema fondamentale di omomorfismo. I numeri interi. Algoritmo euclideo e sue conseguenze. Congruenze, classi di resto. Risoluzioni di congruenze lineari. Polinomi. Divisione tra polinomi. MCD di polinomi. Riducibilità ed irriducibilità.

TESTO CONSIGLIATO  
G.M. Piacentini Cattaneo, "Algebra", Zanichelli

**ALGEBRA 2**  
**Prof. F. Strickland**

Secondo Anno - I Semestre - 7 CFU

Gruppi. Azione su un insieme. Teorema di Cauchy. Teoremi di Sylow. Gruppi risolubili. Anelli. Ideali. Campo dei quozienti. Domini euclidei. Fattorizzazione unica. Caratteristica di un campo. Campi e loro estensioni.

Estensioni. Campo di spezzamento. Campi finiti. Estensioni normali e finite. Teoria di Galois. Costruzioni con riga e compasso. Gruppo di Galois di estensioni. Corrispondenza di Galois. Teorema fondamentale dell'algebra. Risolubilità per radicali. Teorema di Abel Ruffini.

TESTO CONSIGLIATO

Giulia Maria Piacentini Cattaneo, Algebra – un approccio algoritmico, Ed. Decibel Zanichelli

#### ANALISI DI FOURIER

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. E. Valdinoci** (mutuato dal corso di laurea S.M.C.)

Serie di Fourier. Identità approssimate. Classe di Schwartz. Trasformata di Fourier. Formula di somma di Poisson. Campionamento e Teorema di Shannon. Elementi di teoria delle distribuzioni. Treno di impulsi. Discrete Fourier Transform. Fast Fourier Transform.

#### ANALISI MATEMATICA 1 + ELEMENTI DI STORIA 2

Primo Anno - I Semestre – 8 + 1 CFU

**Prof. M. Matzeu/ F. Ghione**

Numeri reali, numeri complessi, equazioni e disequazioni nel campo reale, equazioni nel campo complesso. Estremo inferiore ed estremo superiore per un sottoinsieme di numeri reali. Funzioni reali: funzioni monotone, funzioni elementari (potenza, logaritmo, valore assoluto, funzioni trigonometriche), grafici. Successioni: limiti, teoremi di confronto e teoremi algebrici, successioni monotone, teoremi di Bolzano-Weierstrass e di Cauchy, il numero  $e$ , massimo e minimo limite. Limiti di funzioni, proprietà fondamentali delle funzioni continue, funzioni continue su un intervallo, infinitesimi e loro ordine. Derivate: definizione di derivata e prime proprietà, operazioni algebriche sulle derivate. Calcolo differenziale per funzioni reali di variabile reale.

La teoria delle grandezze e la loro misura nella Matematica greca. Il metodo di esaurimento. Il metodo meccanico di Archimede. Il calcolo di aree e volumi in Archimede e Al-Haitham. Il Principio di Cavalieri. Volumi in Cavalieri e Torricelli.

#### ANALISI MATEMATICA 2

Primo Anno - II Semestre - 8 CFU

**Prof. R. Longo**

Uniforme continuità. Teorema di Cauchy. Il teorema de l'Hôpital. Integrazione secondo Riemann. Formula fondamentale del calcolo integrale. Integrale indefinito, vari metodi di calcolo. La formula di Taylor. Uso della formula di Taylor nel calcolo dei limiti Serie numeriche. Serie a termini non negativi. Serie geometrica e armonica. Criteri di convergenza. Serie a segno alterno. Convergenza assoluta. Criterio del confronto con l'integrale. Serie di Taylor. Equazioni differenziali lineari del primo ordine.

#### ANALISI MATEMATICA 3

Secondo Anno - I Semestre - 8 CFU

**Prof. R. Molle**

Successioni e serie di funzioni; serie di potenze e di Fourier. Spazi metrici, struttura metrica e topologica di  $\mathbb{R}^n$ , limiti e continuità in più variabili. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali. Il teorema delle funzioni implicite. Massimi e minimi vincolati, moltiplicatori di Lagrange. Curve e superfici.

#### ANALISI MATEMATICA 4

Secondo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. C. D'Antoni**

Equazioni differenziali ordinarie: teoremi di esistenza e unicità, prolungabilità delle soluzioni; equazioni differenziali lineari, metodi di risoluzione. Sistemi lineari. Sistemi non lineari (cenni). Integrale di Riemann in  $\mathbb{R}^n$ , misura di Peano-Jordan. Integrabilità di funzioni continue. Integrale su domini normali. Integrali iterati



(Fubini). Cambio di variabile negli integrali multipli. Integrale generalizzato. Superfici: parametrizzazione, vettore normale, orientazione. Integrali superficiali. Forme differenziali. Integrali di forme differenziali. Forme chiuse e esatte. Teorema di Gauss-Green. Teorema della divergenza formula di Stokes.

**ANALISI NUMERICA 1**  
**Prof.ssa C. Manni**

Terzo Anno - I Semestre - 8 CFU

Il corso illustra i principi della traduzione di modelli matematici in problemi aritmetici risolvibili con mezzi automatici. Argomenti trattati: aritmetica in virgola mobile e analisi dell'errore. Algebra lineare numerica: metodi diretti e metodi iterativi per sistemi lineari. Approssimazione di soluzioni di equazioni non lineari. Interpolazione polinomiale e splines. Integrazione numerica. Cenni al trattamento numerico di equazioni differenziali ordinarie.

**ANALISI NUMERICA 2**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. P. Zellini** (mutuato dal corso di L.S. in Informatica "Matematica computazionale")

Analisi della complessità di algoritmi numerici. Criteri per la valutazione di limiti superiori e inferiori di complessità. Calcolo ottimale di forme bilineari. Applicazioni all'aritmetica dei polinomi e delle matrici. Trasformata veloce di Fourier. Relazioni tra complessità e condizionamento in metodi iterativi per sistemi lineari. Complessità di metodi iterativi nella risoluzione di sistemi di equazioni non lineari.

**ANALISI NUMERICA 3**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

**Prof. C. Di Fiore**

Approfondimento di tematiche dell'Analisi Numerica. In particolare: calcolo di autovalori e risoluzione numerica di equazioni differenziali.

**ANALISI REALE E COMPLESSA**

Terzo Anno - I Semestre - 8 CFU

**Prof. L. Zsido**

Misura di Lebesgue. Funzioni misurabili, integrazione. Teoremi di Beppo Levi, Fatou, convergenza dominata e Fubini. Numeri complessi. Sfera di Riemann. Forme differenziali e curve piane. Connessione semplice, esattezza e indice d'avvolgimento nel piano. Logaritmo complesso e potenze con esponente complesso. Funzioni olomorfe, condizione di Cauchy-Riemann. Teoremi di Goursat e di Morera. Formula di Cauchy. Teorema di Liouville. Teorema fondamentale dell'algebra. Teorema di convergenza di Weierstrass. Serie di potenze. Teorema di Cauchy-Hadamard, raggio di convergenza. Serie bilatere. Unicità del prolungamento analitico. Lo sviluppo di Laurent, classificazione delle singolarità. Calcolo di integrali col metodo dei residui, Trasformata di Laplace.

Funzioni meromorfe. Grado e indice d'avvolgimento, invarianza topologica. Teorema di Rouchè, valutazione del modulo delle radici di un polinomio. Funzioni armoniche, formula di Poisson, problema di Dirichlet.

TESTI CONSIGLIATI

E. Giusti, *Analisi Matematica*, Boringhieri

C. Rea, *Funzioni olomorfe di una variabile complessa e esercizi distribuiti durante il corso*

**CALCOLO DELLE VARIAZIONI**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. R. Peirone**

Esempi di problemi di calcolo delle variazioni. Minimizzazione di un funzionale integrale in una variabile con condizioni agli estremi: equazione di Eulero, caso di funzione convessa, condizioni del secondo ordine per avere un minimo locale, regolarità degli estremali, caso autonomo. Problemi di tipo isoperimetrico e soluzione del classico problema degli isoperimetri. Teorema di Ascoli-Arzelà. Geodetiche e geodetiche su

varietà.  
Approfondimenti.

**CRITTOGRAFIA**  
**Prof. R. Schoof**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

Presentiamo algoritmi per risolvere problemi computazionali che sono rilevanti per la crittografia odierna: test di primalità, algoritmi di fattorizzazione, metodi per calcolare logaritmi discreti. Per informazioni più dettagliate si veda la pagina web del corso:  
<http://www.mat.uniroma2.it/~eal/cr2008.html>

**ELEMENTI DI TEORIA DEL CONTROLLO 1**  
**Prof. P. Cannarsa**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

Generalità sui processi di controllo. Controllabilità di sistemi lineari: matrice di controllabilità e teorema del rango. Controllabilità locale di sistemi nonlineari. Stabilizzabilità. Problemi di controllo ottimo: esistenza di soluzioni. Principio di Pontryagin e condizioni necessarie. Programmazione dinamica. Equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman. Condizioni sufficienti. Problema del regolatore lineare-quadratico ed equazione di Riccati. Metodo delle caratteristiche e applicazione alla programmazione dinamica.

**FISICA 1**  
**Prof. S. D'Angelo**

Secondo Anno - I Semestre - 8 CFU

Meccanica del punto materiale. I e II principio della meccanica. Forze elastiche, forza di gravitazione universale, forza peso, forze d'attrito, forze d'inerzia. Energia cinetica, lavoro, campi di forza conservativi, energia potenziale. Cenni alla meccanica dei sistemi. III principio della meccanica. Temperatura e calore; calorimetria; I principio della termodinamica; funzioni di stato; energia interna; trasformazioni termodinamiche. II principio della termodinamica; ciclo di Carnot; Teorema di Carnot; integrale di Clausius; la funzione di stato entropia.

**FISICA 2**  
**Prof. M. Bassan**

Terzo Anno - I Semestre - 8 CFU

Campi vettoriali, tensori, quadrivettori.  
Il campo elettrico (leggi di Coulomb e Gauss) e magnetico (leggi di Laplace e Ampere) nel vuoto. Potenziale scalare e vettore.  
Le sorgenti dei campi: cariche ferme e in movimento; Correnti continue (cenni). l'equazione di continuità.  
Il caso non stazionario: induzione elettrica e magnetica, il campo elettromagnetico e le equazioni di Maxwell. Potenziali elettromagnetici.  
Elementi di Relatività Ristretta: trasformazioni di Lorentz, spaziotempo di Minkowski, dinamica quadrivettoriale, covarianza delle equazioni di Maxwell

**TESTO CONSIGLIATO:**

Un qualunque manuale di Elettromagnetismo classico che tratti il potenziale vettore.  
Per la relatività saranno suggeriti in aula opportuni testi

**FISICA MATEMATICA 1**  
**Prof. E. Olivieri**

Secondo Anno - II Semestre - 8 CFU

Meccanica del punto materiale. Moti unidimensionali. Studio qualitativo delle equazioni differenziali ordinarie. Moti centrali. Generalità sui sistemi meccanici. Vincoli.

Sistemi vincolati. Cinematica rigida. Moti relativi. Formalismo lagrangiano.

## FISICA MATEMATICA 2

Terzo Anno - II Semestre - 8 CFU

**Prof. G. Benfatto**

1 L'equazione di diffusione - Passeggiata aleatoria simmetrica e moto Browniano - Passeggiata aleatoria con deriva e reazione - Passeggiata asimmetrica multidimensionale - Il problema di Cauchy globale .  
2. Equazione di Laplace - Funzioni armoniche nel discreto e nel continuo -Principi di massimo - Formula di Poisson - Disuguaglianza di Harnack e Teorema di Liouville - Soluzione fondamentale e funzione di Green - Potenziali - Formule di rappresentazione di Green.  
3. Equazione lineare del trasporto - Modelli non lineari e metodo delle caratteristiche.  
4. Trasformata di Fourier di funzioni continue - Formula di inversione -Teorema di Plancherel - Applicazioni alla soluzione di equazioni alle derivate parziali.  
5. Corda vibrante - Formula di D'Alembert - Effetti di dissipazione e dispersione - Pacchetti d'onda e velocità di gruppo - Equazione delle onde in più di una dimensione - Soluzione fondamentale in 3 dimensioni - Formule di Kirchoff.

## FUNZIONI OLOMORFE DI PIÙ VARIABILI

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

**Prof. M. Nacinovich**

Definizioni e prime proprietà. Fenomeni di Hartogs. Convessità olomorfa. Pseudoconvessità e plurisubarmonicità. Domini strettamente pseudoconvessi. Il problema debar in analisi complessa. Il problema di Levi. Automorfismi della palla e del polidisco. Metrica di Bergman. Algebra locale delle funzioni olomorfe. Varietà olomorfe. Il teorema di parametrizzazione locale. Formule di rappresentazione. Geometria CR.

## GEOMETRIA 1 + ELEMENTI DI STORIA 1

Primo Anno - I Semestre - 8+1 CFU

**Prof. F. Ghione**

Richiami di geometria euclidea piana e solida. Lo spazio dei vettori geometrici (liberi) e lo spazio dei vettori numerici a  $n$  componenti. Prodotti scalari. Spazi vettoriali astratti: basi, sottospazi, ortogonalità. Coordinate. Equazioni cartesiane e parametriche di sfere, piani, rette, circonferenze, coni e cilindri. Le matrici: riduzione di Gauss, rango. Equazioni lineari. Determinanti. Applicazioni lineari: nucleo, immagine, matrice associata. La geometria pre-euclidea (Talete, Platone, Aristotele). L'assiomatizzazione di Euclide. Gli elementi di Euclide, le coniche di Apollonio. Rapporti tra pittura e Geometria nel Rinascimento. Le "curve equazioni" di Cartesio.

## GEOMETRIA 2

Primo Anno - II Semestre - 8 CFU

**Prof. F. Tovena**

Spazi vettoriali quoziente. Autovettori e autovalori. Forma canonica di Jordan. Prodotti scalari e hermitiani e forme quadratiche. Procedimenti di ortogonalizzazione. Il teorema spettrale. Spazio duale di uno spazio vettoriale. Principio di dualità. Geometria affine e proiettiva. Affinità. Cambiamenti di riferimento. Spazi affini e euclidei. Movimenti. Coordinate polari. Gruppi finiti di movimenti. Rotazioni. Teorema di Eulero. Prodotto vettoriale. Spazi proiettivi. Sottospazi. Regola di Grassmann. Proiettività. Gruppo delle proiettività. Proiezioni. Riferimenti proiettivi e coordinate omogenee. Teorema fondamentale delle proiettività. Il birapporto. Spazio proiettivo duale. Principio di dualità. Teoremi di Pappo e Desargues. Complessificazioni. Ipersuperficie. Intersezione di una ipersuperficie proiettiva con un sottospazio. Teorema di Bezout. Molteplicità di un punto. Iperpiano e cono tangente. Asintoti di una curva piana. Quadriche proiettive. Rango di una quadrica. Ricerca dei punti doppi. Polarità definita da una quadrica. Polarità rispetto all'assoluto. Proprietà di simmetria delle quadriche. Diametri e asintoti delle coniche. Quadriche a centro e paraboloidi. Classificazione proiettiva delle quadriche. Quadriche a punti iperbolici o ellittici. Rette su una quadrica.

Classificazione affine ed euclidea delle coniche. Assi e fuochi. Equazioni canoniche. Invarianti metrici.

TESTI CONSIGLIATI

C. Ciliberto, Algebra Lineare, Boringhieri

Appunti dalle lezioni disponibili in rete

ALTRI TESTI

E. Sernesi, Geometria 1, Ed. Bollati-Boringhieri

A. Franchetta, Algebra lineare e geometria analitica, Ed. Liguori

A. Franchetta e A. Morelli, Esercizi di geometria, Parte 1 e 2, Ed. Liguori

**GEOMETRIA 3**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

**Prof. S. Buoncristiano**

Elementi di topologia generale: spazi topologici e funzioni continue; spazi prodotto e quoziente; assiomi di separazione; compattezza; connessione. Omotopia. Gruppo fondamentale. Rivestimenti.

**GEOMETRIA 4**

Secondo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. M. Nacinovich**

Geometria differenziale elementare. Varietà differenziabili. Fibrati vettoriali. Spazio tangente e cotangente. Teorema di Sard e valori regolari. Immersioni e sommersioni. Gruppi di Lie classici. Fibrati principali e fibrivettoriali. Trasversalità. Teoria di Tohm-Pontryagin. Campi di vettori. Teorema di Frobenius. Forme differenziali e complesso di deRham. Forme canoniche. Varietà simplettiche e varietà di contatto. Omologia e omotopia. CW-compessi. Triangolazioni. Formule di Eulero. Successione di Mayer-Vietoris. Complessi e applicazioni simpliciali. Teorema di punto fisso di Lefschetz-Hopf. Classificazione delle varietà differenziabili compatte di dimensione due. Alcune applicazioni allo studio delle curve algebriche piane. Coomologia. Teorema di de Rham. Teorema dei coefficienti universali. Excisione. Forme differenziali su gruppi di Lie compatti. Teoria dell'intersezione. Classi di Eulero, numeri di Lefschetz e campi di vettori.

**GEOMETRIA ALGEBRICA**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. C. Ciliberto**

Richiami di geometria affine e proiettiva. Varietà affini e proiettive. Elementi di geometria proiettiva differenziale. Invarianti differenziali. Geometria proiettivo differenziale di curve e superficie.

**INFORMATICA 1**

Primo Anno - II Semestre - 6 CFU

**Dr. G. Rossi**

Corso introduttivo alla programmazione dei calcolatori. Rappresentazione dell'informazione numerica e non numerica; Cenni sull'architettura del calcolatore; Il linguaggio macchina ed il linguaggio assembly; Linguaggi ad alto livello ed il ruolo del compilatore; Il linguaggio C ed il processo di compilazione; Struttura di un programma C; Tipi di dati elementari ed operatori; Strutture di controllo e cicli; Puntatori; Array; Funzioni; Gestione dei file; Argomenti alla linea di comando; Le struct; Allocatedella memoria; Liste concatenate.

**INFORMATICA 4**

Terzo Anno - I Semestre - 6 CFU

**Prof. L. Vigliano**

Introduzione

Algebra relazionale

Calcolo relazionale

Flusso di progetto e visione dei dati

Modello concettuale dei dati  
Disegno logico e fisico DB  
Forme normali  
Query language e implementazioni su MySQL  
Simulazione progetto  
Realizzazione progetto

**INFORMATICA 6**  
**Prof. M. Di Ianni**

Terzo Anno - I Semestre - 6 CFU

Parte prima: Caratteristiche dei linguaggi di programmazione.  
Caratteristiche dei linguaggi di programmazione.  
Evoluzione dei linguaggi di programmazione.  
Sintassi: introduzione alle grammatiche formali.  
Interpretazione e traduzione; il concetto di binding. Variabili: tipo, scope, l-value, r-value. Tipizzazione statica e dinamica.  
Routines, tecniche di legame dei parametri.  
Semantica: assiomatica, operativa.  
Classificazione dei linguaggi rispetto alla struttura run-time.  
Strutturazione dei dati: tipi built-in e primitivi, dati aggregati, tipi definiti dall'utente e tipi dati astratti. Type systems: program checking statico e dinamico, tipizzazione forte e type checking, compatibilità di tipi, conversioni, tipi e sottotipi, tipi generici, type systems polimorfici.  
Strutturazione della computazione: espressioni, ed assegnazioni, istruzioni condizionali e iterative, routines ed effetti collaterali. Eccezioni. Computazioni event-driven.  
Strutturazione del programma: metodi di progetto, concetti di supporto della modularità, caratteristiche del linguaggio per la programmazione in the large, unità generiche.  
Linguaggi Object-Oriented: concetti di base di programmazione object-oriented, ereditarietà, polimorfismo, binding dinamico delle funzioni. Ereditarietà e type system.  
Parte seconda: introduzione al linguaggio Java  
Introduzione al linguaggio Java: programmi, classi, oggetti, applicazioni; metodi e messaggi; information hiding e modificatori di accesso; editing, compilazione ed esecuzione di una applicazione Java.  
Struttura di una classe Java: tipi di dato astratti, variabili di istanza e di classe, costruttori, metodi di istanza e di classe.  
Progetto di applicazioni Java.  
Array, array multidimensionali.  
Introduzione all'ereditarietà.

**INFORMATICA 7**  
**Prof. A. Clementi**

Terzo Anno - I Semestre - 6 CFU

Verranno illustrate, con un approccio strutturale e mediante numerosi esempi, tecniche generali per la progettazione e l'analisi di algoritmi. Tecnica greedy, programmazione dinamica, riduzioni polinomiali. Problemi NP-completi, algoritmi di approssimazione. Cenni ad algoritmi probabilistici. Si consiglia aver seguito un corso di base di algoritmi. Testo consigliato: Jon Kleinberg, Eva Tardos. Algorithm Design. Addison Wesley, 2005

**LABORATORIO DI CALCOLO 1**  
**Dr. U. Locatelli**

Primo Anno - II Semestre - 4 CFU

Obiettivo: approfondimento della tecnica di programmazione in linguaggio C, finalizzata al Calcolo Scientifico. Il corso è prevalentemente dedicato alle esercitazioni pratiche con uso del computer, nelle quali vengono sviluppati dei programmi di calcolo relativi ad alcuni argomenti trattati nei corsi di Analisi e Geometria; inoltre, vengono introdotte alcune nozioni elementari di Analisi Numerica. Informazioni più dettagliate (aggiornate all'anno accademico precedente), possono essere reperite a partire dalla pagina web: <http://www.mat.uniroma2.it/~locatelli/LC1/>

**LABORATORIO DI CALCOLO 2**  
**Prof. P. Baldi**

Secondo Anno - II Semestre - 3 CFU

Con l'uso del linguaggio C e di altri ambienti di programmazione vengono sviluppate delle applicazioni legate agli argomenti dei corsi del secondo anno (applicazioni dell'algebra lineare, modelli di equazioni differenziali, integrazione numerica, simulazione...).

**LABORATORIO DI CALCOLO 3**  
**Prof. A. Celletti**

Terzo Anno - II Semestre - 3 CFU

Laboratorio di Calcolo 3 si propone di migliorare la comprensione di alcuni temi trattati in altri corsi di studio. In particolare si intende utilizzare linguaggi di programmazione ad alto livello per applicazioni scientifiche. Gli argomenti riguardano la teoria delle equazioni differenziali ordinarie, lo studio di sistemi discreti, analisi di particolari sistemi dinamici.

TESTI CONSIGLIATI

Dispense fornite dal docente.

**LABORATORIO DI EDITORIA SCIENTIFICA**  
(TeX)  
**Prof. P. Baldi**

Terzo Anno - II Semestre - 2 CFU

Introduzione a TEX, la struttura del programma. Uso pratico, primi elementi e realizzazione di documenti semplici con LATEX. Aspetti avanzati, costrutti complessi, numerazione automatica, uso dei contatori. Gestione automatica della bibliografia e dell'indice analitico.

**LABORATORIO DI SPERIMENTAZIONI DI FISICA**  
**Prof. R. Bernabei**

Secondo Anno - II Semestre - 3 CFU

Il corso introduce alle metodologie tipiche di misura di grandezze fisiche. Verranno discusse alcune grandezze fisiche e loro misura, sistemi di unità di misura, strumentazioni e loro caratteristiche, grafici e loro uso. Verranno eseguite inoltre attività di laboratorio: misure dell'accelerazione di gravità; misure di densità; misure sul moto oscillatorio; verifica della legge di Boyle e della seconda legge di Gay-Lussac; misure di calori specifici; elementi di acquisizione dei dati.

**LINGUA INGLESE**  
**Docente da definire**

Primo Anno - I Semestre - 4 CFU

**MAIN OBJECTIVES.** The course aims at the consolidation and improvement of the four language skills (reading, writing, listening, and speaking) through a wide range of activities in the field of science.

**COURSE CONTENT.** The lessons will be organized around various thematic units based on the course textbook and articles taken from authentic sources such as newspapers, the internet, specialized journals and hand-outs distributed in class. Each unit will focus on enhancing general language structures, vocabulary and functions on the basis of the readings and inclass discussions. Particular attention will be given to improving reading comprehension and summarizing skills.

**LOGICA MATEMATICA**  
**Prof. B. Veit**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

Tema del corso è il divario tra verità e dimostrabilità. Studieremo in un primo tempo la cosiddetta logica del primo ordine, nella quale i concetti di verità e di dimostrabilità coincidono. Affronteremo poi il famoso teorema di Goedel secondo il quale è impossibile dimostrare tutte le verità dell'aritmetica (quindi a fortiori è impossibile dimostrare tutte le verità matematiche). Chiudiamo esibendo due teorie nelle quali, al contrario, esiste addirittura un algoritmo che fornisce tutte le verità: l'algebra dei numeri reali e l'algebra dei numeri complessi.

**MATEMATICHE COMPLEMENTARI**  
**Prof. M. Letizia**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

Lo scopo del corso è di fornire un'introduzione alla teoria dei numeri e all'algebra commutativa seguendo lo sviluppo storico e l'evoluzione del concetto di numero. Programma: Euclide. Il Teorema Fondamentale dell'Aritmetica. Grandezze commensurabili ed incommensurabili. Frazioni continue. Diofanto. Alcune equazioni Diofantee. Eulero. Le classi di resto. Residui quadratici. Gauss. Il Lemma di Gauss. Il carattere quadratico di 2. La legge di reciprocità quadratica. Gli interi di Gauss. Dedekind. Anelli commutativi ed ideali. Domini di Dedekind.

**MECCANICA ANALITICA CON APPLICAZIONI ALLA MECCANICA CELESTE**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. A. Celletti**

Il corso verte su un'introduzione alla Meccanica Celeste, cioè allo studio del moto di pianeti e satelliti del sistema solare. Gli argomenti principali riguardano: la stabilità del sistema solare e la teoria delle perturbazioni, le risonanze orbitali e spin-orbita, lo studio dei punti Lagrangiani, le collisioni passate e future e la teoria della regolarizzazione.

Per maggiori informazioni si veda: <http://www.mat.uniroma2.it/~celletti/progFM.html>.

**TESTI CONSIGLIATI**

I libri di testo sono forniti dal docente.

**METODI NUMERICI PER EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

**Prof. D. Bertaccini**

Introduzione ai metodi alle differenze finite. Problemi iperbolici, parabolici, ellittici. Richiami ai metodi per equazioni alle derivate parziali in zero dimensioni: equazioni differenziali ordinarie. Approssimazione di soluzioni di problemi di evoluzione mediante semidiscretizzazione. Problemi di trasporto-diffusione-reazione nonlineari. Problemi nonlineari del primo ordine. Esempi di metodi numerici per problemi nonlineari come leggi di conservazione, chemotassi e altre dalle scienze biomediche, reti wireless, dinamica strutturale e chimica dell'atmosfera.

**METODI NUMERICI PER L'APPROSSIMAZIONE**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

**Prof. C. Manni**

Si fornisce un'introduzione alla costruzione ed alle proprietà delle funzioni splines con particolare attenzione al loro utilizzo per generare e manipolare curve e superfici nell'ambito della grafica computerizzata.

Argomenti: limiti dell'approssimazione ed interpolazione polinomiale. Funzioni Splines e B-splines costruzione e proprietà geometriche. Totale positività e sue conseguenze. Curve e superfici B-spline. Raffinabilità, multirisoluzione e suddivisione nell'ambito delle splines. Esempi ed applicazioni.

**METODI NUMERICI PER L'OTTIMIZZAZIONE**  
**Prof. S. Fanelli**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

L'approccio del gradiente. Il metodo di discesa più ripida. Il metodo del gradiente coniugato: il caso quadratico. Il metodo di Fletcher-Reeves: il caso generale. Il metodo di Newton-Raphson. Funzioni convesse n-dimensionali. Problemi di Programmazione Convessa. Condizioni di Kuhn-Tucker. L'algoritmo di Wolfe. L'algoritmo del gradiente ridotto. Problemi di Programmazione Non Lineare generale. L'approccio Quasi-Newtoniano: metodi BFGS. Applicazioni a problemi di ottimizzazione su Reti Neurali. Attrattori terminali e modelli di ottimizzazione globale su Reti MLP.

**PROBABILITÀ E STATISTICA 1**  
**Dr. M. Abundo**

Primo Anno - II Semestre - 3 CFU

Spazi di probabilità. Probabilità condizionali, eventi indipendenti. Probabilità uniformi, elementi di calcolo combinatorio. Variabili aleatorie discrete e loro leggi. Leggi congiunte, variabili aleatorie indipendenti. Leggi binomiali, geometriche, di Poisson. Speranza matematica e momenti di una variabile aleatoria discreta; varianza, disuguaglianza di Chebyshev, covarianza. La legge dei grandi numeri.

**PROBABILITÀ 2**  
**Prof. P. Baldi**

Secondo Anno - II Semestre - 5 CFU

Richiami sulle variabili aleatorie discrete. Variabili aleatorie continue. Densità congiunte, indipendenza. Calcolo di leggi. Leggi normali e Gamma. Distribuzione e densità condizionale. Speranza matematica, momenti. Funzioni caratteristiche. Convergenza di variabili aleatorie. Il teorema Limite Centrale. Catene di Markov a stati discreti. Calcolo di leggi congiunte. Classificazione degli stati. Problemi di assorbimento. Probabilità invarianti e Teorema Ergodico.

TESTI CONSIGLIATI

P. Baldi, Calcolo delle Probabilità e Statistica, McGraw-Hill

P. Baldi, R. Giuliano, Ladelli, Laboratorio di Statistica e Probabilità, McGraw-Hill

**PROBABILITÀ E FINANZA**  
**Prof. B. Pacchiarotti**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

Si introduce la teoria moderna della finanza matematica. Il corso è diviso in tre parti:

- 1) prerequisiti di probabilità: condizionamento e martingale;
- 2) modelli discreti per la finanza: opzioni europee, arbitraggio e completezza del mercato; il modello di Cox, Ross e Rubinstein, passaggio al limite e formula di Black e Scholes; opzioni americane;
- 3) metodi numerici Monte Carlo per la finanza.

**STATISTICA**  
**Prof. D. Marinucci**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

Calcolo delle probabilità: distribuzioni importanti, congiunte, di funzioni di più variabili. Teoria asintotica, convergenza in distribuzione ed in probabilità, metodo delta. Statistica matematica: modelli statistici, statistiche sufficienti, principi d'inferenza. Stimatori puntuali, intervalli di confidenza, test d'ipotesi. Proprietà asintotiche. Modelli di regressione.

TESTI CONSIGLIATI

Ferguson T., A Course in Large Sample Theory

Williams D., Weighing the Odds: a Course in Probability and Statistics



**STORIA DELLE MATEMATICHE 1**  
**Prof. L. Russo**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

Gli albori della scienza occidentale. La scuola pitagorica da Pitagora ad Archita. La ricostruzione aristotelica del pensiero pitagorico. La critica moderna. La nascita dell'aritmetica, i numeri irrazionali, l'acustica (in Filolao). La meccanica (in Archita). La duplicazione del quadrato (nel Menone di Platone) la duplicazione del cubo (le vane soluzioni proposte: Archita, Eratostene, Nicomede). Dall'ottica alla geometria sferica. Studio dell'ottica di Euclide: un modello scientifico per una teoria della visione. La geometria dei raggi e degli angoli. La geometria sferica: studio della "Sferica" di Menelao. Il Teorema di Menelao. Confronto tra la geometria dei triangoli sferici e quella dei triangoli piani. I primi teoremi di geometria proiettiva sulla sfera. Il rapporto armonico tra 4 punti e la sua invarianza per proiezioni.

**TEORIA ALGEBRICA DEI NUMERI**  
**Prof. R. Schoof**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

Si tratta di una introduzione alla teoria algebrica dei numeri: finitezza del gruppo delle classi, Teorema delle unita' di Dirichlet, funzioni zeta e applicazioni alle equazioni diofantee. Per informazioni piu' dettagliate si veda la pagina web del corso:

<http://www.mat.uniroma2.it/~eal/tn2008.html>

**TEORIA DEI FIBRATI**  
**Prof. F. Bracci**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

Fibrati vettoriali su varieta', definizione, esempi. Funzioni di transizione. Operazioni con i fibrati vettoriali, sottofibrati, fibrati quoziente. Morfismi tra fibrati. Fasci. Fasci delle sezioni di fibrati. Successioni esatte. Coomologia di fasci. Il gruppo di Picard. Funzioni meromorfe e divisori su varieta'. Connessioni su fibrati vettoriali. Curvatura. Classi di Chern. Fibrati proiettivi. Fibrati tautologici su fibrati proiettivi. La successione esatta di Eulero. Cenni su foliazioni. Teoremi dell'indice.

**TEORIA DELLE RAPPRESENTAZIONI**  
**Prof. E. Strickland**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

Rappresentazioni di un gruppo. Rappresentazioni irriducibili, riducibili e completamente riducibili. Somma diretta, prodotto tensoriale, potenza simmetrica ed esterna di rappresentazioni. Rappresentazione regolare. Lemma di Schur. Teorema di Maschke. Esempi: rappresentazioni di gruppi abeliani e del gruppo simmetrico su tre elementi. Caratteri. Caratteri irriducibili. Relazioni di ortogonalità tra caratteri. Caratteri lineari. Tavole dei caratteri. Algebra-gruppo. Rappresentazioni dei gruppi simmetrici e diagrammi di Young. Formula di Frobenius per i caratteri dei gruppi simmetrici. Regola di Murnaghan-Nakayama. Funtori di Schur e loro caratteri. Polinomi di Schur. Formula di Pieri. Gruppi lineari. Rappresentazioni unitarie. Algebra tensoriale. Algebra di Clifford. Algebra di Grassmann. Formula di raddrizzamento. Rappresentazioni dei gruppi lineari.

Testo: W.Fulton-J.Harris, Representation Theory

**TEORIA DI GALOIS**  
**Prof. F. Gavarini**

Terzo Anno - I Semestre - 7 CFU

Estensioni di campi: estensioni algebriche, estensioni trascendenti.  
Classi distinte di estensioni.  
Campi algebricamente chiusi, chiusura algebrica.  
Estensioni normali, separabili, puramente inseparabili.

Fattorizzazioni di estensioni.  
Campi finiti.  
Topologia di Krull in un gruppo; gruppi profiniti.  
Corrispondenza di Galois per estensioni di Galois finite e infinite.  
Estensioni ciclotomiche, cicliche, risolubili.  
Risolubilità di equazioni algebriche; teorema di Abel-Ruffini.

**TOPOLOGIA ALGEBRICA**  
**Prof. S. Buoncristiano**

Terzo Anno - II Semestre - 7 CFU

Storia, linee generali, motivazioni. Richiami di teoria dell'omotopia elementare. Omologia. Assiomi di Eilenberg-Steenrod. Alcune applicazioni dell'omologia. Successione di Mayer-Vietoris. Numeri di Betti e caratteristica di Eulero. Coomologia. Prodotti. Dualità di Poincaré. Dualità di Alexander. Varietà differenziabili. Digressione sulla teoria di Morse. Forme differenziali. Integrazione. Coomologia di de Rham. Cobordismo.