

## CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN MATEMATICA

### INFORMAZIONI

Segreteria didattica: Sig.ra Laura Filippetti, tel. 06 72594839

Coordinatore corso di laurea: Prof. Daniele Guido

Sito web: <http://www.mat.uniroma2.it/didattica/>

E-mail [dida@mat.uniroma2.it](mailto:dida@mat.uniroma2.it)

Il Corso di Laurea in Matematica si inquadra nella Classe delle Lauree in "Scienze Matematiche" (Classe L-35 del DM 16 Marzo 2007). Il Corso afferisce al Dipartimento di Matematica e si svolge nella macroarea di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali.

Il Coordinatore del Corso di Studio è il Prof. Daniele Guido

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.

#### Per le matricole

**Orientamento** Viene organizzato un servizio di accoglienza, chiamato **Infodesk**, per ricevere informazioni sulle modalità di iscrizione, sul contenuto dei corsi e dialogare con studenti che già frequentano il Corso di Laurea. Infodesk è aperto dal lunedì al venerdì nei periodi dall'**8 al 26 Luglio 2013 e dal 26 agosto al 9 Settembre 2013 dalle ore 9,00 alle ore 13.00** nell'atrio adiacente la segreteria della macroarea di Scienze. Per ulteriori informazioni telefonare allo 06 7259 4800.

**Verifica delle conoscenze** Gli studenti interessati ad immatricolarsi al corso di laurea in Matematica devono sostenere una "**prova di valutazione**" per la verifica delle conoscenze, secondo quanto prevede la nuova normativa. Tale prova consiste in quiz a scelta multipla su argomenti di base di matematica.

Per partecipare alla prova di valutazione (che, nel seguito chiameremo anche '**test**') è **necessario prenotarsi**. La prenotazione al test si effettua on line tramite il sito [delphi.uniroma2.it](http://delphi.uniroma2.it) e richiede il pagamento di un **contributo per la partecipazione**.

Una **prima prova** di valutazione, si terrà a turni nei giorni dal **10 al 13 settembre 2013**. Gli studenti prenotati riceveranno con preavviso di due giorni l'indicazione del giorno, ora e aula dove presentarsi (vedi anche [www.scienze.uniroma2.it](http://www.scienze.uniroma2.it)).

E' prevista una **prova di recupero** del test nei giorni 2,3 e 4 ottobre, alla quale potranno partecipare gli studenti che non hanno partecipato alla prima e gli studenti che non l'abbiano superata. Un'ulteriore sessione straordinaria dello svolgimento del test si terrà il 12 e 13 dicembre 2013. **Lo studente interessato dovrà prenotarsi ogni volta che sostiene la prova, ma il pagamento del contributo è richiesto solo alla prima prenotazione.**

Gli studenti che non dovessero superare la prima prova, o che desiderano ripassare alcuni argomenti, hanno la possibilità di colmare le proprie lacune seguendo un **corso intensivo di Matematica di base**, detto **Matematica 0**, che si terrà dal 16 Settembre al 27 Settembre (calendario e orario su [www.scienze.uniroma2.it](http://www.scienze.uniroma2.it)).

**Un eventuale mancato superamento del test non preclude l'immatricolazione.** Coloro che non superino nessuna prova di valutazione, come "**obbligo formativo aggiuntivo**", dovranno superare come prima prova un esame a scelta tra Analisi Matematica 1, Geometria 1 con Elementi di storia 1 e Algebra 1. La normativa di legge prevede che gli obblighi formativi aggiuntivi assegnati vadano colmati entro il primo anno.

Chi desidera **prepararsi** alla prova, può consultare la lista degli argomenti (Syllabus) e esempi di test di valutazione, alcuni dei quali con soluzione, sul sito

<http://www.testingressoscienze.org>

**Tutori** Ad ogni studente immatricolato viene assegnato, entro il mese di Dicembre, un docente tutor che potrà essere consultato, per consigli e suggerimenti generali in merito all'andamento delle attività di studio.

**Borse di Studio** L'Istituto Nazionale di Alta Matematica (INdAM) ha bandito anche per questo anno un concorso a n. 20 borse di studio, 2 borse aggiuntive riservate agli studenti che si iscriveranno al primo anno di un corso di laurea in Matematica per l'a.a. 2013-14. La selezione avviene attraverso una prova scritta di argomento matematico, che si terrà in data **10 settembre 2013, alle ore 14:30**, e **Tor Vergata** è una delle sedi per il concorso. Il bando e le prove degli anni precedenti sono consultabili sul sito [www.altamatematica.it](http://www.altamatematica.it)

**Informazioni** Per informazioni sulla didattica, lo studente si può rivolgere alla segreteria del Corso di Laurea, Sig.ra Laura Filippetti, tel. 06 72594839, presso il Dipartimento di Matematica. Le informazioni sono comunque riportate nel sito web del corso di Laurea

[www.mat.uniroma2.it/didattica](http://www.mat.uniroma2.it/didattica)

Ulteriori informazioni si possono anche ottenere per posta elettronica all'indirizzo

[dida@mat.uniroma2.it](mailto:dida@mat.uniroma2.it)

### **Presentazione del corso**

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. La durata del Corso di Laurea è, normalmente, di tre anni.

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, si ha la possibilità di scegliere alcuni corsi opzionali. Agli studenti vengono offerte anche attività esterne come gli stage presso aziende, strutture della pubblica amministrazione e laboratori. Nell'ambito del programma Erasmus lo studente può usufruire di soggiorni presso università straniere.

Studiare matematica a Tor Vergata significa poter frequentare un corso di studi completo (laurea triennale in matematica, magistrale in matematica pura ed applicata e scuola di dottorato), perché tutti i settori della ricerca, sia quelli più tradizionali sia quelli più recenti, vi sono rappresentati. Inoltre, qui si ha la possibilità di interagire con gruppi di ricerca di punta a livello nazionale e internazionale. Le indagini sulla ricerca nell'area matematica svolte dal Ministero per l'Università e da Enti stranieri indicano il Dipartimento di Matematica di Tor Vergata al primo posto nel Centro-Sud, tra i primi in Italia, e centro di eccellenza a livello europeo.

### **Sbocchi lavorativi**

Una laurea in matematica permette non solo di avviarsi verso una carriera di ricercatore o di insegnante, continuando gli studi, ma anche e soprattutto di entrare direttamente nel mondo del lavoro in moltissimi settori, dalla finanza all'informatica, dalla medicina all'ingegneria, dalle scienze sociali alla produzione alimentare. Perché, ovunque ci sia 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 vengano 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 ed 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/>

L'applicazione della matematica è particolarmente evidente nel campo informatico: 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. Non 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

Sul sito web del corso di laurea ([www.mat.uniroma2.it/didattica/regole.php](http://www.mat.uniroma2.it/didattica/regole.php)) si trova il Regolamento che con i suoi articoli disciplina e specifica gli aspetti organizzativi del corso di laurea.

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). Per i nostri insegnamenti, 1 CFU corrisponde al lavoro necessario per seguire e comprendere 8 ore di lezione. Come indicato nel seguito (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. La quantità media di impegno complessivo di apprendimento svolto in un anno da uno studente è convenzionalmente fissata in 60 CFU. Per potersi laureare lo studente dovrà maturare almeno 180 crediti (compresa la prova finale).

**Lo schema del piano di studio è il seguente:**

#### 1 ANNO: Tot. 59 cfu / 6 esami + una prova di idoneità

INSEGNAMENTO	CFU	SEMESTRE	settore
Geometria 1 con Elementi di Storia 1 (B)	9	1	MAT/03
Analisi Matematica 1 (B)	8	1	MAT/05
Algebra 1 (B)	8	1	MAT/02
Inglese	4	1	
Informatica 1B + Laboratorio di Calcolo 1 (A)	6+4	2	INF/01
Analisi Matematica 2 (C)	10	2	MAT/05
Geometria 2 con Elementi di storia 2 (C)	10	2	MAT/03

#### 2 ANNO: Tot. 60 cfu / 8 esami

INSEGNAMENTO	CFU	SEMESTRE	settore
Algebra 2 (B)	7	1	MAT/02
Analisi Matematica 3(C)	6	1	MAT/05
Analisi Matematica 4 (C)	7	2	MAT/05
Fisica 1 (B)	9	1	FIS/01
Geometria 3 (C)	7	1	MAT/03
Geometria 4 (C)	7	2	MAT/03
Fisica Matematica 1 (C)	8	2	MAT/07
Probabilità e Statistica (C)	9	2	MAT/06

**3 ANNO: Tot. 61 cfu / 6 esami**

INSEGNAMENTO	CFU	SEMESTRE	settore
Analisi reale e complessa (c)	8	1	MAT/05
Analisi numerica 1 (C)+ Laboratorio di calcolo 2 (A)	8 + 4	1	MAT/08 + INF/01
Fisica 2 (A) + Laboratorio di sperimentazione di fisica (A)	7+3	1	FIS/01
Fisica matematica 2 (C)	8	2	MAT/07
Esame di indirizzo (affini e integrativi)	6		
Esami a scelta	12		
Prova finale	5		

B=attività di base C=attività caratterizzanti A=attività affini

**NOTA** Oltre ai corsi obbligatori, ogni studente deve inserire nel proprio piano di studi un corso a scelta (6 CFU) nei settori MAT/01-09 e INF/01 e corsi a libera scelta per un totale di 12 CFU. Alla prova finale sono riservati 5 CFU (eventualmente maturabili con l'esame di cultura).

**Elenco dei corsi attivati e programmazione didattica per l'A.A. 2013/14****1 ANNO (DM 270/04)**

SIGLA	INSEGNAMENTO	settore	CFU	SEM.	Obbl/Opz.
AL1	Algebra 1	MAT/02	8	1	Obbl.
AM1	Analisi Matematica 1	MAT/05	8	1	Obbl.
GE1	Geometria 1 con Elementi di storia 1	MAT/03	9	1	Obbl.
	Inglese		4	1	Obbl.
AM2	Analisi Matematica 2	MAT/05	10	2	Obbl.
GE2	Geometria 2 con Elementi di Storia 2	MAT/03	10	2	Obbl.
IN1/LC1	Informatica 1 + Laboratorio di Calcolo 1	INF/01	6+4	2	Obbl.

**2 ANNO (DM 270/04)**

SIGLA	INSEGNAMENTO	settore	CFU	SEM.	Obbl/Opz.
AL2	Algebra 2	MAT/02	7	1	Obbl.
AM3	Analisi Matematica 3	MAT/05	6	1	Obbl.
AM4	Analisi Matematica 4	MAT/05	7	2	Obbl.
FS1	Fisica 1	FIS/01	9	1	Obbl.
FM1	Fisica Matematica 1	MAT/07	8	2	Obbl.
GE3	Geometria 3	MAT/03	7	1	Obbl.
GE4	Geometria 4	MAT/03	7	2	Obbl.
PS2	Probabilità e Statistica	MAT/06	9	2	Obbl.

**3 ANNO (DM 270/04)**

SIGLA	INSEGNAMENTO	settore	CFU	SEM.	Obbl/Opz.
AN1	Analisi numerica 1 + Laboratorio di calcolo 2	MAT/08 -INF/01	8+4	1	Obbl.
ARC	Analisi reale e complessa	MAT/05	8	1	Obbl.
FS2	Fisica 2 + Laboratorio di sperimentazione di fisica	FIS/01	7+3	1	Obbl.
FM2	Fisica Matematica 2	MAT/07	8	2	Obbl.
	Calcolo delle Variazioni	MAT/05	6	2	Opz.
	Crittografia	MAT/03	6	1	Opz.
	Fondamenti di programmazione: metodi evoluti	INF/01	6	2	Opz.
	Preparazione all'esame di cultura	MAT/05	5	2	Opz.
	Probabilità e finanza	MAT/06	6	2	Opz.
	Statistica	MAT/06	6	1	Opz.
	Algebra commutativa	MAT/02	6	2	Opz.
	Topologia algebrica	MAT/03	6	2	Opz.

**NOTA** Per i corsi di Informatica 1 + Laboratorio di calcolo 1, Analisi numerica 1 + Laboratorio di calcolo 2 e Fisica 2 + Laboratorio di sperimentazione di fisica è previsto un unico esame finale con votazione complessiva unica.

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 per conseguire la laurea. Questa eventualità è prevista nella fase "di transizione" e lo studente che si trovi in tale situazione è invitato a rivolgersi al Coordinatore del Corso di Studio, prof. Guido, per indicazioni specifiche.

### **Calendario 2013/2014**

I corsi hanno durata semestrale. I corsi del primo semestre si terranno dal 30 settembre 2013 al 17 Gennaio 2014. Quelli del secondo semestre, dal 3 marzo 2014 al 6 Giugno 2014. Il 24 Settembre 2013 alle ore 10.00, in aula L3, si terrà un incontro con gli studenti che frequenteranno il terzo anno nel quale i docenti illustreranno brevemente i programmi dei corsi.

### **Docenti tutor**

Ad ogni studente immatricolato viene assegnato, entro il mese di Dicembre, un docente tutor che potrà essere consultato, per consigli e suggerimenti generali in merito all'andamento delle attività di studio. Al terzo anno ogni studente ha la possibilità di sostituire il tutor assegnatogli con un diverso docente che lo possa guidare nella scelta dei corsi opzionali a seconda delle inclinazioni dello studente stesso. Tutti i docenti dei corsi hanno un orario di ricevimento settimanale per eventuali chiarimenti da parte degli studenti sulla materia insegnata. Sul sito web del corso di laurea alla sezione "tutoring" si potrà consultare l'elenco studenti – docenti tutor

### **Esami**

Gli insegnamenti del primo semestre prevedono due appelli di esame 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 d'esame nella sessione estiva, uno in quella autunnale e uno in quella invernale (febbraio). I corsi di Analisi Matematica 1 e Geometria 1 prevedono un ulteriore appello nella sessione estiva.

### **Insegnamenti**

Gli insegnamenti sono sviluppati con contenuti e con ritmi didattici mirati ad assicurare un adeguato apprendimento in relazione al numero di ore di studio previsto per ciascun insegnamento. La frequenza ai corsi non è obbligatoria, ma la frequenza facilita l'apprendimento della materia. Per quanto riguarda i laboratori, la verifica di profitto avviene sulla base del lavoro svolto in aula, quindi la frequenza risulta necessaria. In caso di comprovata impossibilità a frequentare il laboratorio (per esempio nel caso di studenti lavoratori) possono essere concordate con i docenti responsabili altre forme di accertamento.

Ai fini di aggiornamento professionale e/o di arricchimento culturale o di integrazione curricolare, il Consiglio ogni anno stabilisce un elenco di corsi fruibili da:

- studenti iscritti ad università estere, o ad altre università italiane (previa autorizzazione dell'università frequentata o in attuazione di appositi accordi);
- laureati o soggetti comunque in possesso del titolo di studio previsto per l'immatricolazione ai corsi di laurea dell'Ateneo.

Gli studenti che rientrano nelle tipologie sopra indicate (previa iscrizione al singolo corso) potranno sostenere il relativo esame di profitto e riceverne formale attestazione. A partire dall'anno accademico 2008/09, gli studenti che vogliono usufruire della norma prevista dall'art. 6 del R.D. 1269/38 (la quale stabilisce che "Lo studente, oltre agli insegnamenti fondamentali ed al numero di insegnamenti complementari obbligatori per il conseguimento della laurea cui aspira, può iscriversi a qualsiasi altro insegnamento complementare del proprio corso di laurea e, per ciascun anno, a non più di due insegnamenti di altri corsi di laurea nella stessa Università") dovranno aver conseguito in precedenza almeno 20 CFU nei settori MAT/01-09. Gli interessati dovranno presentare domanda al Coordinatore del Corso di Laurea allegando il proprio piano di studi sul quale il Consiglio di Dipartimento sarà chiamato a dare un parere.

## Piani di studio

Entro il mese di luglio, gli studenti iscritti al secondo anno devono presentare al Coordinatore del Corso di Laurea un piano di studio, in cui indicano le proprie scelte relativamente alla parte opzionale del corso di studi. Il Coordinatore del Corso di Laurea sottopone i piani di studio all'approvazione del Consiglio del Dipartimento di Matematica. Gli studenti possono eventualmente apportare modifiche al piano di studio. In tal caso, devono sottoporre un nuovo piano di studio e richiederne l'approvazione. Sul sito web del corso di studio [www.mat.uniroma2.it/didattica](http://www.mat.uniroma2.it/didattica), nella sezione "piani di studio", si possono leggere le istruzioni per la compilazione e presentazione del piano di studio. Si ricorda che lo schema di piano di studio riportato sul sito consente di accumulare i crediti necessari per laurearsi con non più di 20 verifiche di profitto (esami) come previsto dal DM 270/04.

## Prova finale del corso di Laurea

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) *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 secondo semestre. Questa scelta è particolarmente indicata per chi intende proseguire gli studi con la Laurea magistrale.

b) *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.

Modalità diverse di prova finale possono essere autorizzate dal Consiglio del Dipartimento di Matematica, 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 della prova finale avviene in seduta pubblica davanti a una commissione di docenti che esprime la valutazione complessiva in centodecimi, eventualmente attribuendo 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 del Dipartimento di Matematica valuterà di volta in volta le singole richieste. Si precisa che i trasferimenti non possono avvenire su corsi disattivati. Sul sito web del corso di studio [www.mat.uniroma2.it/didattica](http://www.mat.uniroma2.it/didattica) nella sezione "trasferimenti" si possono leggere le istruzioni per ottenere un parere preventivo su eventuali convalide di esami sostenuti in precedenti corsi di laurea di provenienza.

## Programmi dei corsi

**ALGEBRA 1** Primo Anno - I Semestre - 8 CFU - settore MAT/02 - 64 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof.ssa E. Strickland**

**Programma.** INSIEMI: Insiemi e operazioni tra insiemi. Relazioni. Funzioni. I numeri naturali e il principio di induzione. Cardinalità di insiemi. Calcolo combinatorio. NUMERI: Numeri interi. Massimo comun divisore e l'algoritmo euclideo. Fattorizzazione in  $\mathbb{Z}$ . Numeri razionali. Numeri di

Fibonacci. Congruenze. Risoluzione di congruenze lineari e il teorema cinese del resto. Funzione di Eulero. Teorema di Eulero. Numeri primi. Numerazioni in basi diverse. Numeri complessi. POLINOMI: Funzioni polinomiali e polinomi. Divisione tra polinomi. MCD e fattorizzazione. Questioni di irriducibilità. Polinomi ciclotomici. L'equazione di terzo grado e la formula di Cardano. Polinomi simmetrici. ANELLI: Definizioni ed esempi. Sottoanelli. Omomorfismi tra anelli. Ideali. Anelli quoziente. Teorema di omomorfismo tra anelli. GRUPPI: Definizione ed esempi. Sottogruppi. Il gruppo simmetrico. Relazione di coniugio. Gruppi diedrali. Classi laterali modulo un sottogruppo e teorema di Lagrange. Isomorfismo tra gruppi e Teorema di Cayley. Omomorfismi. Sottogruppi normali. Gruppi quoziente. Teorema fondamentale di omomorfismo tra gruppi.

**Testi di riferimento.** G.M. Piacentini Cattaneo, "Algebra: un approccio algoritmico", Zanichelli

**Obiettivi del corso.** Ottenere una buona conoscenza delle strutture algebriche astratte fondamentali, onde avere una migliore visione di insieme di tutte le nozioni di algebra apprese nelle scuole, acquisendo al contempo tecniche e nozioni indispensabili per uno studio più avanzato dell'algebra moderna.

**Modalità di accertamento.** Due prove scritte in itinere e prova scritta ed orale d'esame.

**ALGEBRA 2** Secondo Anno - I Semestre - 7 CFU - settore MAT/02 - 56 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. F. Gavarini**

**Programma.** Gruppi; sottogruppi, sottogruppi normali; (omo)morfismi tra gruppi. Teorema fondamentale di omomorfismo; teoremi di isomor-fismo (per i gruppi). Automorfismi, automorfismi interni. Azioni di gruppi su insiemi; orbite, stabilizzatori. Teorema di Cauchy; p-gruppi, sottogruppi di Syow; teoremi di Sylow. Gruppi risolubili. Classificazione dei gruppi abeliani finiti. Anelli; sottoanelli, ideali; (omo)morfismi tra anelli. Teorema fonda-mentale di omomorfismo, teoremi di isomorfismo (per anelli). Domini euclidei. Domini a ideali principali. Domini a fattorizzazione unica. Fattorizzazione dei polinomi. Il M.C.D. e il m.c.m., e il loro calcolo nei domini euclidei (algoritmo di Euclide). Campo dei quozienti di un dominio. Caratteristica di un campo. Campi e loro estensioni. Campi di spezzamento: esistenza e unicità. Campi finiti: esistenza, unicità, struttura. Estensioni normali e estensioni 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.

**Testi di riferimento.** G.M. Piacentini Cattaneo, "Algebra: un approccio algoritmico", Zanichelli.

**Obiettivi del corso.** Illustrare i fondamenti di teoria dei gruppi, di teoria degli anelli, di teoria dei campi.

**Modalità di accertamento.** Una prova scritta e una prova orale.

**ALGEBRA COMMUTATIVA** Terzo Anno - II Semestre - 6 CFU - settore MAT/02 - 48 ore in aula

**Prof. R. Schoof**

**Programma.** Moduli su anelli, algebra omologica, fasci, coomologia, teoria di Galois, un po' di schemi.

**Testo di riferimento.** Atiyah, M.F. MacDonald I.G, "Introductio to Commutative Algebra", Addison-Wesley 1969; Akhil Mathew, "The CRing Project", Harvard University, MA; Matsumura, "Commutative Algebra", Benjamin, second edition 1980; Bourbaki N., "Elements of Mathematics: Commutative algebra, Chapters 1-7", Springer-Verlag 1989; Weibel C., "introduction to homological algebra", Cambridge Univ. Press, 1994; de Jong A.J., "The stacks project: commutative algebra", Columbia University, NY.

**Obiettivi del corso.** Si tratta di un corso di algebra commutativa in cui si discutono argomenti fondamentali che sono utili a chiunque faccia ricerca in geometria o in algebra.

**Modalità di accertamento.** Prova scritta.

**ANALISI MATEMATICA 1** Primo Anno - I Semestre 8 CFU - settore MAT/05 - 64 ore in aula. il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. R. Tauraso**

**Programma.** Numeri naturali e assiomi di Peano. Principio di induzione. Numeri interi relativi e numeri razionali. Numeri reali. Numerabilità di  $\mathbb{Z}$  e  $\mathbb{Q}$  e non numerabilità di  $\mathbb{R}$ . Disuguaglianza aritmetico-geometrica. Numeri complessi. Coefficienti binomiali e binomio di Newton. Topologia della retta reale. Estremo superiore e inferiore. Teorema di Bolzano-Weierstrass. Proprietà principali delle funzioni elementari. Limiti di funzioni reali e studio di alcuni limiti notevoli. Limite

superiore e limite inferiore. Definizione del numero di Nepero e sua irrazionalità. Proprietà fondamentali delle funzioni continue. Teorema di Weierstrass e teorema dei valori intermedi. Infinitesimi, la notazione "o-piccolo" e il suo uso. Calcolo differenziale: definizione di derivata e prime proprietà. Teoremi di Fermat, di Rolle, di Lagrange, di Cauchy e di Darboux. Criterio di monotonia. Funzioni convesse e loro principali proprietà. Teoremi di de l'Hopital e di Stolz-Cesaro. La successione dei numeri armonici e la costante di Eulero-Mascheroni. Successioni di Cauchy. Esistenza e unicità del punto fisso per le contrazioni in  $\mathbb{R}$ .

**Obiettivi del corso.** Il corso si propone di illustrare alcuni concetti base del calcolo differenziale. L'obiettivo è quello di rendere lo studente capace di elaborare tali concetti in maniera critica e di acquisire le conoscenze e la confidenza necessarie per risolvere con rigore i problemi proposti, entrando così nello spirito della disciplina.

**Modalità di accertamento.** L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale (non sono previste prove in itinere).

**ANALISI MATEMATICA 2** Primo Anno -II Semestre -10 CFU - settore MAT/05 - 80 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. D. Guido**

**Programma.** Polinomio di Taylor e applicazioni. Uniforme continuità. Integrazione secondo Riemann. Teorema fondamentale del calcolo integrale. Metodi di integrazione. Integrali impropri. Serie numeriche. Stima del resto del polinomio di Taylor: sviluppabilità in serie di Taylor. Esempi e risoluzione di alcune classi di equazioni differenziali del prim'ordine. Equazioni del secondo ordine lineari a coefficienti costanti. Spazi metrici e normati. Successioni e continuità in spazi metrici. Completezza e compattezza in spazi metrici. Teorema delle contrazioni. Convergenza puntuale e uniforme per successioni di funzioni.

**ANALISI MATEMATICA 3** Secondo Anno - I Semestre - 6 CFU settore MAT/05 - 48 ore in aula- il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. C. Sinestrari**

**Programma.** Calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali. Integrazione di Riemann in più variabili e misura di Peano-Jordan. Curve in  $\mathbb{R}^n$ . Forme differenziali. Teorema delle funzioni implicite.

**Obiettivi del corso.** Nozioni fondamentali del calcolo differenziale e integrale per funzioni in più variabili.

**Modalità di accertamento.** Esame scritto e orale.

**ANALISI MATEMATICA 4** - Secondo Anno -II Semestre - 7 CFU settore MAT/05 - 56 ore in aula- il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. P. Cannarsa**

**Programma.** Spazi metrici. La funzione distanza da un insieme. Spazi metrici completi. Il lemma delle contrazioni. Caratterizzazione degli spazi metrici compatti. Compattezza in spazi di funzioni continue: teoremi di Ascoli-Arzelà e Dini. Equazioni differenziali: richiami sulle equazioni differenziali lineari del primo ordine e sulle equazioni a variabili separabili; problema di Cauchy per sistemi differenziali del primo ordine in forma normale. Teorema di esistenza e unicità di Picard. Lemma di Gronwall. Dipendenza continua dai dati; Prolungamento di soluzioni. Esistenza e unicità del prolungamento massimale. Teorema di prolungabilità. Prolungabilità in presenza di una maggiorazione a priori nel caso della striscia. Equazioni di Bernoulli. Globalità delle soluzioni massimali in ipotesi di sublinearità del campo di vettori. Prolungabilità di soluzioni massimali che restano in un compatto; sistemi differenziali lineari. Struttura affine dello spazio delle soluzioni. Matrici fondamentali di soluzioni. Dimensione dello spazio delle soluzioni del sistema omogeneo. Sistemi lineari a coefficienti costanti: il caso di autovalori distinti. Formula di variazioni delle costanti arbitrarie; equazioni differenziali lineari di ordine  $n$ . Soluzioni fondamentali, matrice wronskiana e metodo della variazione delle costanti arbitrarie. Equazioni a coefficienti costanti: equazione caratteristica e sistema fondamentale di soluzioni dell'omogenea. Equazioni di Eulero. Ricerca di soluzioni particolari con termini noti di tipo speciale; flusso di un campo regolare. Continuità e proprietà di semigruppato del flusso. Punti di equilibrio. Classificazione degli equilibri. Analisi degli equilibri di sistemi lineari autonomi bidimensionali. Funzioni di Liapunov. Teorema di stabilità di Liapunov. Criteri per lo studio del bacino di attrazione di un punto di equilibrio asintoticamente stabile. Criterio di instabilità. Metodo della linearizzazione. Applicazione al modello predatore-preda; Serie di funzioni: Generalità sulle serie di funzioni. Convergenza



puntuale, convergenza uniforme e convergenza totale. Scambio di somma e derivata, di somma e integrale; serie di potenze. Funzioni analitiche; serie di Fourier. Funzioni periodiche. Sviluppi in serie di Fourier. Disuguaglianza di Bessel. Convergenza puntuale e convergenza uniforme della serie di Fourier. Determinazione della migliore costante in disuguaglianze di Poincaré. Superfici. Porzioni di superfici regolari. Piano tangente e versore normale. Superfici cartesiane e superfici di rotazione. Parametrazioni equivalenti e area di una porzione di superficie regolare. Calcolo delle aree di alcune porzioni di superfici regolari (sfera, cono, toro, paraboloidi, rotazione di una cicloide). Integrale di una funzione continua su una porzione di superficie regolare. Teoremi di Gauss-Green e Stokes: formula di Gauss-Green nel piano; applicazione al calcolo di aree; soluzione del problema isoperimetrico nel piano. Il teorema di Stokes nello spazio tridimensionale. Insiemi semplicemente connessi. Punti di estremo vincolato: varietà differenziabili immerse in spazi euclidei. Spazio tangente e spazio normale in un punto; punti di estremo vincolato di una funzione su varietà. Metodo dei moltiplicatori di Lagrange per la ricerca dei punti di estremo vincolato; applicazioni: disuguaglianze fra medie; interpretazione variazionale degli autovalori di una matrice simmetrica.

**Obiettivi del corso.** Acquisire metodologie teoriche e competenze computazionali su spazi metrici, serie di funzioni, equazioni differenziali ordinarie, superfici e integrali superficiali, ottimizzazione vincolata.

**Modalità di accertamento.** Esame scritto e orale.

**ANALISI NUMERICA 1** Terzo Anno - I Semestre - 8 CFU settore MAT/08 - 64 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. P. Zellini**

**Programma.** 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.

**Obiettivi del corso.** Il corso illustra i principi della traduzione di modelli matematici in problemi aritmetici risolvibili con mezzi automatici.

**ANALISI REALE E COMPLESSA** - Terzo Anno - I Semestre - 8 CFU - settore MAT/05 - 64 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. L. Zsido**

**Programma.** La misura esterna di Lebesgue. Misurabilità secondo Lebesgue. La misura di Lebesgue. Insiemi di Borel e la loro misurabilità. Funzioni misurabili e funzioni di Borel. L'integrale delle funzioni misurabili positive. Teorema della convergenza monotona, teorema di Beppo Levi. Funzioni sommabili. Lemma di Fatou, teorema della convergenza dominata. Confronto tra integrabilità secondo Riemann ed integrabilità secondo Lebesgue. Integrali dipendenti da un parametro. Insiemi di Borel in prodotti cartesiani. Teoremi di Fubini e di Tonelli. Il teorema del cambiamento di variabile negli integrali di Lebesgue. Numeri complessi, le funzioni  $\exp$ ,  $\sin$ ,  $\cos$  e logaritmo sui complessi. Derivate parziali rispetto alla variabile complessa ed il suo coniugato. Integrali curvilinei complessi. Forme differenziali chiuse ed esatte, la forma  $f(z)dz$ . Funzioni olomorfe, condizione di Cauchy-Riemann. Esempi di funzioni olomorfe, tra quali le serie di potenze. Funzioni armoniche, armoniche coniugate. Teorema integrale di Cauchy, primitive di funzioni olomorfe. Formula integrale di Cauchy. Sviluppo locale delle funzioni olomorfe in serie di potenze. Disuguaglianze di Cauchy, teorema di Liouville, teorema fondamentale dell'Algebra. Il principio dell'unicità per funzioni olomorfe. Teorema di Morera. Molteplicità dei zeri di funzioni olomorfe. L'inversione delle funzioni olomorfe. Teorema dell'applicazione aperta. Principio del massimo. Teorema di convergenza di Weierstrass. Teorema di Montel. Punti singolari isolati, sviluppo in serie di Laurent, classificazione delle singolarità. Residui, Funzioni meromorfe, principio dell'argomento. Teorema dei residui. Calcolo di integrali col metodo dei residui. Funzioni biolomorfe, teorema della mappa di Riemann.

**Testo di riferimento.** Dispense di C. Rea: Analisi reale e complessa; "Measure and Integral: An Introduction to Real Analysis", Richard L. Wheeden, Antoni Zygmund, Marcel Dekker, 1977; "Complex Analysis", Ian Stewart, David Tall, Cambridge University Press, 1990; Testi ed esercizi distribuiti durante il corso.

**Obiettivi del corso.** Introdurre lo studente alle tecniche base dell'integrazione secondo Lebesgue e della teoria delle funzioni olomorfe ed armoniche di una variabile complessa, tecniche utilizzate nella maggior parte della ricerca e pratica matematica.

**Modalità di accertamento.** Due test durante le lezioni, esame scritto ed orale.

**CALCOLO DELLE VARIAZIONI** Terzo Anno -II Semestre - 6 CFU - settore MAT/05 - 48 ore in aula

**Prof. A. Porretta**

**Programma.** Il corso di Calcolo delle Variazioni introduce lo studente a un problema centrale nella matematica moderna, ovvero il problema di ottimizzare delle quantità che non dipendono semplicemente da numeri bensì da funzioni stesse. Trovare il cammino più corto, o più rapido, che unisca due posizioni; trovare la forma migliore di una curva per opportuni scopi (ad esempio, la curva piana che racchiuda l'area maggiore a parità di perimetro); trovare la strategia migliore in contesti di economia (ad esempio, la migliore strategia per contenere l'inflazione, oppure la strategia di compra/vendita più redditizia per un commerciante). Questi problemi, qui formulati ancora in modo vago, condividono due aspetti essenziali: Bisogna ottimizzare, ovvero massimizzare o minimizzare, delle quantità (l'energia di un sistema, il tempo da spendere, lunghezze, aree o volumi, il guadagno, il costo, etc...). Le quantità da ottimizzare non sono numeri, ma oggetti più complicati, come curve, cammini o - per quello che può voler dire - strategie. Dal momento che queste quantità variano esse stesse, una buona formulazione matematica è quella di pensarle come funzioni. Già sappiamo infatti che le curve, nelle situazioni semplici, possono essere assimilate a funzioni, almeno localmente. Dal momento che ottimizzare si traduce, matematicamente, nel cercare massimi e minimi, lo studente si trova con un vecchio problema già affrontato (esistenza e proprietà dei massimi e minimi) ma in un contesto nuovo, molto più generale. Si tratta infatti di minimizzare funzioni di funzioni. Per evitare contorsioni di linguaggio, si parlerà piuttosto di "funzionali" definiti su classi di funzioni. In molti esempi, tali funzionali sono definiti tramite integrali, e su questi concentreremo l'attenzione nel corso. Le tipiche condizioni necessarie (condizione di Fermat sugli estremi locali) e sufficienti (teorema di Weierstrass) per estremi locali o globali, saranno riviste, discusse e adattate in questo nuovo ambito. Va tenuto presente che il problema di trovare le "migliori curve" ha avuto una importanza storica cruciale nello sviluppo dell'analisi moderna, a partire dalla fine del 1700 fino alla prima metà del '900. Gli strumenti sviluppati per rispondere a questo problema sono oggi correntemente utilizzati in tutti gli ambiti applicativi che fanno uso di ottimizzazione: ingegneri e economisti usano i rudimenti del calcolo delle variazioni e le idee di base relative.

**Obiettivi formativi.** Introdurre alcuni esempi storicamente rilevanti che hanno motivato lo sviluppo del Calcolo delle Variazioni. Il problema della brachistochrona, il problema di Didone, il problema delle geodetiche. Nell'introdurre tali esempi, si vuole anche soddisfare la curiosità degli studenti rispetto al profilo storico e didattico: infatti, alcuni di questi esempi ricorrono negli spazi divulgativi di musei, festival etc... Introdurre i principi e i problemi di base del Calcolo delle Variazioni. I principi: la ricerca di condizioni necessarie, l'equazione di Eulero soddisfatta dai punti stazionari, il ruolo della convessità, la validità del Teorema di Weierstrass. I problemi: la difficoltà di trovare spazi di funzioni adeguati per dimostrare l'esistenza dei minimi, il problema di trattare la compattezza in spazi di dimensione infinita, la necessità di una nuova strategia: ampliare lo spazio per poter trovare i minimi e poi dimostrare che i minimi appartengono a sottoclassi più ristrette. Introdurre il problema di ottimizzare su una classe di controlli associati ad una dinamica. Mostrare il metodo di base della programmazione dinamica in una classe di esempi semplici, e aprire una piccola finestra su quella che, sistematicamente, viene chiamata la teoria del controllo.

□ in questo ambito, qui solo accennato, che si collocano molte applicazioni nel campo dell'economia. Come prerequisiti, il corso richiede gli esami di Analisi 1-2-3-4. □ anche importante, in linea di massima, aver seguito il corso di Analisi reale e complessa, del quale useremo alcuni spunti. Qualche argomento, se necessario, viene sviluppato nel corso stesso. Alcuni esempi, ormai classici, di problemi del calcolo delle variazioni hanno fornito in effetti la motivazione per lo sviluppo di strumenti fondamentali nell'analisi, alcuni dei quali saranno poi sviluppati nel primo anno della Magistrale. In tal senso il corso è anche un ponte tra l'analisi già vista e quella che si vedrà nel prosieguo del biennio successivo.

**CRITTOGRAFIA** Terzo Anno -I Semestre -6 CFU - settore MAT/03 - 48 ore in aula

**Prof. W. Baldoni**

**Programma.** Verranno presentati i principali sistemi crittografici che si basano sulla matematica, illustrando le tecniche su cui essi si basano e i principali algoritmi che permettono di risolvere problemi computazionali ad essi correlati. In particolare, si utilizzeranno l'aritmetica modulare e

la teoria dei campi per discutere test di primalità, algoritmi di fattorizzazione, metodi di calcolo di logaritmi discreti.

**Testi di riferimento.** "Aritmetica, crittografia e codici", Baldoni, W.M., Ciliberto, C., Piacentini Cattaneo, G.M., Collana: UNITEXT

**Obiettivi del corso.** Fornire le basi necessarie e le competenze tecniche più avanzate per comprendere i concetti principali della crittografia anche nell'ambito della sicurezza delle informazioni.

**Modalità di accertamento.** L'esame sarà scritto e orale.

**FISICA 1** Secondo Anno - I Semestre - 9 CFU - settore FIS/01 - 72 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. M. Bassan**

**Programma.** Dinamica del punto materiale. Energia e Lavoro. Gravitazione. Meccanica dei sistemi. Termodinamica I e II principio. Gas ideali.

**Testo di riferimento.** Un qualunque manuale di meccanica e termodinamica trattate con l'ausilio del calcolo differenziale ed integrale;" Meccanica e Termodinamica" , A. Bettini, db Zanichelli (descrizione approfondita e molto chiara dei fenomeni, numerosi esempi, grande senso fisico); "Elementi di fisica 1", Mazzoldi, Nigro, Voci, Edises (veste editoriale vivace, molti esempi ed esercizi; manca la Relatività).

**Modalità di accertamento.** L'esame ha una prova scritta e una orale. La prova scritta può essere sostituita da prove in itinere (esoneri).

**FISICA 2** Terzo Anno - I Semestre -7 CFU - Settore FIS/01 - 56 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. S. D'Angelo**

**Programma.** La nozione di campo: Critica al concetto di azione a distanza: il concetto di campo di forze. Campi scalari e campi vettoriali; Proprietà differenziali: gradiente, divergenza e rotazione. Proprietà integrali: integrali di linea, di superficie e di volume; Teoremi: del gradiente, della divergenza e del rotore. Teorema di decomposizione di Helmholtz; Le sorgenti e i potenziali di un campo vettoriale. Le equazioni dei potenziali e le loro soluzioni. Il principio di sovrapposizione, il metodo delle funzioni di Green. Il campo elettromagnetico nel vuoto: La carica elettrica; densità di carica e densità di corrente. La conservazione della carica elettrica e l'equazione di continuità. Trasformazioni della densità di carica e di corrente; (il caso stazionario) La legge di Coulomb e il campo elettrico. La forza di Lorentz e il vettore induzione magnetica. Il teorema di Gauss (Green) e il teorema di Ampère (Stokes). Le sorgenti del campo elettromagnetico e le equazioni dei potenziali. Il campo elettromagnetico generato da una arbitraria distribuzione di cariche e di correnti; sviluppo in serie di multipoli. Interazioni tra cariche e campi. Energia del campo elettromagnetico. Trasformazioni del campo elettromagnetico; (il caso non stazionario) La congettura di Maxwell e la corrente di spostamento. Campi elettromotori e la legge di Faraday-Neumann. Le equazioni di Maxwell dipendenti dal tempo. Le equazioni dei potenziali. Soluzione delle equazioni dei campi liberi: onde piane e onde sferiche. Il quadrivettore potenziale e il tensore elettromagnetico; il campo elettromagnetico in presenza di materiali: il campo elettrico nei conduttori. Capacità di un conduttore. Induzione elettrostatica. Sistemi di conduttori carichi. Condensatori. Energia immagazzinata in un condensatore; Fenomeni di polarizzazione. Il campo elettrico nei dielettrici, polarizzabilità a elettrica. Il vettore spostamento, la costante dielettrica relativa. Il campo magnetico nella materia, polarizzabilità magnetica. Il vettore campo magnetico, la permeabilità magnetica relativa. Sostanze ferro-elettriche e sostanze ferro-magnetiche. Passaggio della corrente nei conduttori. Il modello classico della conduzione. Conduttori ohmici, le leggi di Ohm, la legge di Joule. Conduttori non ohmici, soluzioni elettrolitiche, gas. Induzione magnetica: induzione mutua, autoinduzione. Semplici circuiti elettrici. Le leggi di Kirchoff. Generazione di onde em: il circuito RC ad alta frequenza. I potenziali ritardati; I campi di un dipolo oscillante: campo vicino e campo di radiazione. Energia e quantità di moto di un' onda em. Il vettore di Poynting. Intensità di un' onda em. Energia irradiata da dipolo oscillante; formula di Larmor. Ottica: Riflessione e rifrazione di un'onda em. Le leggi di Snell. Specchi e lenti sottili. Il fenomeno dell' interferenza; interferenza di N sorgenti coerenti. Il principio di Huygens. Il fenomeno della diffrazione. Il principio di Babinet.

**Obiettivi del corso.** Familiarizzare con i fenomeni di natura elettrica e magnetica che ci circondano; familiarizzare con gli strumenti matematici che descrivono le proprietà dei campi elettrici e magnetici e le relazioni tra di essi; riconoscere come la teoria della relatività ristretta

permette di ricondurre tutte queste fenomenologie alla manifestazione delle proprietà di un'unica grandezza fisica: il campo elettromagnetico.

**Modalità di accertamento.** Una prova scritta volta ad accertare l'abilità dello studente ad utilizzare gli strumenti appresi ed una prova orale volta ad accertare la padronanza dei concetti basilari della materia. Durante l'anno verranno suggeriti numerosi test di autovalutazione da svolgere liberamente e che, ovviamente, non saranno però considerabili come prove in itinere.

**FISICA MATEMATICA 1** - Secondo Anno - II Semestre - 8 CFU - settore MAT/07 - 64 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. C. Liverani**

**Programma.** Introduzione ai modelli matematici di fenomeni naturali. Meccanica del punto materiale. Cinematica del punto in un riferimento dato. Dinamica di un punto materiale in un riferimento galileiano. Moti unidimensionali. Studio qualitativo delle equazioni differenziali ordinarie. Problema inverso. Equilibrio e stabilità. Moti centrali. Problema di Keplero. Determinazione dell'orbita. Generalità sui sistemi meccanici. Equazioni cardinali. Vincoli, sistemi vincolati. Cinematica rigida. Moti relativi. Moti rispetto a riferimenti non inerziali. Forze apparenti. Prime nozioni di statica e dinamica del corpo rigido. Sistemi Lagrangiani.

**Obiettivi del corso.** Acquisire la capacità di modellizzare e comprendere la realtà attraverso modelli matematicamente rigorosi.

**FISICA MATEMATICA 2** Terzo Anno - II Semestre -8 CFU - settore MAT/07 - 64 ore in aula- il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. A. Pizzo**

**Programma.** L'equazione di diffusione: Generalità. Questioni di unicità. Il principio di massimo. La soluzione fondamentale. Passeggiata aleatoria simmetrica e moto Browniano- Diffusione con trasporto e reazione. Il problema di Cauchy globale. Equazione di Laplace: Generalità. Funzioni armoniche nel discreto e nel continuo, proprietà di media e principio di massimo. Formula di Poisson. Diseguaglianza di Harnack e Teorema di Liouville. Soluzione fondamentale e funzione di Green. Formule di rappresentazione di Green. Cenni al problema esterno. Equazioni del primo ordine: Equazione lineare del trasporto. Modelli non lineari e metodo delle caratteristiche. Onde di shock e condizione di Rankine-Hugoniot. Problema dell'unicità e cenni alla condizione di entropia. Trasformata di Fourier di funzioni continue. Formula di inversione. Teorema di Plancherel. Applicazioni alla soluzione di equazioni alle derivate parziali. Equazione delle onde: 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 - Formula di Kirchoff.

**FONDAMENTI DI PROGRAMMAZIONE: METODI EVOLUTI** Terzo anno - II Semestre - 6 CFU - settore INF/01- 48 ore in aula

**Prof. E. Nardelli**

**Programma.** Oggetti e loro caratteristiche. L'interfaccia di una classe. Invarianti e altri elementi di logica. Creazione di oggetti. Assegnazione, riferimento e struttura degli oggetti. Strutture di controllo. Astrazione. Modello dinamico. Ereditarietà e genericità. Ricorsione. Strutture di dati. Ereditarietà multipla. Programmazione guidata dagli eventi ed agenti. Introduzione all'ingegneria del software. Sviluppo di un progetto didattico.

**Testi di riferimento.** "Program Well with Objects and Contracts", Bertrand Meyer, Springer. Materiale didattico: su internet

[www.mat.uniroma2.it/~nardelli/fondamenti-programmazione-metodi-evoluti](http://www.mat.uniroma2.it/~nardelli/fondamenti-programmazione-metodi-evoluti).

**Obiettivi del corso.** Imparare gli elementi fondamentali per padroneggiare la programmazione in modo professionale. Scrivere un programma che in qualche modo funziona è abbastanza facile. Non richiede di sporcarsi le mani, né di faticare. Viceversa, scrivere un programma che funziona in modo robusto ed affidabile, anche e soprattutto man mano che lo si modifica ed aggiorna, richiede strumenti e tecniche adeguate. In questo corso, per raggiungere tale obiettivo, si utilizza: il linguaggio orientate agli oggetti Eiffel, la metodologia di progetto Design by Contract, l'approccio outside-in allo sviluppo di programmi. Per saperne di più si suggerisce di leggere le due prefazioni (una orientata allo studente, l'altra al docente) del libro di testo.

**Modalità di accertamento.** L'esame consiste nello svolgimento di una prova scritta, con sua eventuale discussione orale. Per gli studenti del Corso di Laurea Magistrale (che devono aver inserito questo insegnamento nel loro piano di studi con 8 CFU) è previsto anche lo svolgimento

di un progetto individuale di sviluppo di un programma in Eiffel. La prova scritta è costituita da esercizi e domande sull'intero programma del corso. L'eventuale discussione orale ha l'obiettivo di chiarire la valutazione dello scritto ed investigare aspetti del programma sui quali il docente ritiene opportuno, a sua discrezione, un approfondimento del livello di preparazione dell'esaminando. Gli Appelli d'Esame per la sessione regolare si svolgeranno nel periodo indicato sul sito del Corso di Laurea secondo il calendario di dettaglio che verrà pubblicato sul sito del Corso di Laurea. □ necessario prenotarsi on-line all'indirizzo <http://delphi.uniroma2.it>. Gli studenti del Corso di Laurea Magistrale (e solo loro!) devono invece inviare una mail al docente.

**GEOMETRIA 1 CON ELEMENTI DI STORIA 1** Primo Anno - I Semestre - 9 CFU - settore MAT/03 - 72 ore in aula – il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof.ssa F. Tovenà**

**Programma.** Spazi vettoriali e sottospazi. Dipendenza e indipendenza lineare. Teorema di Steinitz. Basi. Dimensione. Somme di sottospazi vettoriali. Formula di Grassmann. Applicazioni lineari. Immagine, nucleo e rango di una applicazione lineare. Il gruppo degli automorfismi di uno spazio vettoriale. Matrici e rango di una matrice. Metodo di Gauss per il calcolo del rango. Sistemi lineari. Sistemi compatibili. Teorema di Rouché - Capelli. Primo e secondo teorema di unicità. Sistemi dipendenti da parametri. Sistemi omogenei. Sistemi equivalenti. Sistemi ridotti e normali. Risoluzione di un sistema col metodo di eliminazione di Gauss. Matrici ed applicazioni lineari. Applicazioni lineari definite da matrici. Prodotto tra matrici. Matrice inversa di una matrice quadrata non degenere. Matrici ortogonali. Formule di cambiamento di basi in uno spazio vettoriale di dimensione finita. Determinanti e loro applicazioni allo studio dei sistemi lineari. Sviluppo di un determinante con la regola di Laplace. Teorema di Binet. Metodo di eliminazione di Gauss per il calcolo del determinante. Teorema degli orlati. Caratterizzazione del rango di una matrice mediante i determinanti: minori fondamentali. Teorema di Cramer. Calcolo della inversa di una matrice quadrata non degenere su un campo. Spazi affini. Dimensione di uno spazio affine. Vettori liberi e applicati. Sottospazi affini di uno spazio affine e loro giaciture. Sistemi lineari di equazioni di sottospazi. Equazioni parametriche dei sottospazi. Dipendenza e indipendenza di punti. Mutua posizione di sottospazi. Sottospazi paralleli, sghembi e incidenti. Sistemi di sottospazi: fasci e stelle. Affinità. Cambiamenti di coordinate. Orientazioni di uno spazio affine reale. Spazi euclidei. Prodotti scalari euclidei. L'algoritmo di ortogonalizzazione di Gram-Schmidt. La disuguaglianza di Cauchy-Schwartz. Il gruppo delle isometrie. Ortogonalità. Sistemi di coordinate cartesiane ortonormali. Angoli e loro funzioni trigonometriche. Distanze tra sottospazi. Prodotti vettoriali. Calcolo di aree e volumi. Elementi di storia.

**Testi di riferimento.** "Algebra Lineare", C. Ciliberto, Boringhieri; Appunti disponibili sul sito del docente; "Geometria 1", E. Sernesi, Ed. Bollati-Boringhieri.

**Obiettivi del corso.** Conoscenza e comprensione: apprendere le nozioni di base relative all'algebra lineare, agli spazi affini e euclidei; leggere e comprendere risultati di base relativi a tali argomenti. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: applicare le nozioni di algebra lineare apprese per risolvere problemi geometrici. Autonomia di giudizio: lo studente saprà applicare l'algebra lineare nella risoluzione di alcuni problemi in geometria affine e euclidea. Abilità comunicative: lo studente sarà in grado di esporre e argomentare la soluzione di problemi; sarà inoltre in grado di discutere e riprodurre correttamente dimostrazioni di risultati di base relativi a spazi vettoriali, spazi affini e euclidei.

**Modalità di accertamento.** Una prova scritta propedeutica e una prova orale. Tramite tali prove, sono verificate l'autonomia e la consapevolezza nell'utilizzo delle tecniche apprese, la completezza e la chiarezza espositiva, la capacità di sintesi. Nella prova scritta, lo studente risolve alcuni problemi, applicando e adattando i metodi appresi e motivando la propria strategia risolutiva. Nella prova orale, lo studente illustra e discute alcune definizioni e la dimostrazione di teoremi appresi nell'ambito del corso, oppure espone dimostrazioni autonomamente individuate e relative a situazioni analoghe a quelle studiate nel corso.

**GEOMETRIA 2 CON ELEMENTI DI STORIA 2** Primo Anno -II Semestre -10 CFU - settore MAT/03 - 80 ore in aula- il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. C. Ciliberto**

**Programma.** Algebra lineare: Spazi vettoriali quoziente. Diagonalizzazione di un endomorfismo di uno spazio vettoriale. Autovettori e autovalori. Il Teorema di Hamilton Cayley. Forma canonica di Jordan. Prodotti scalari e hermitiani e forme quadratiche. Procedimenti di ortogonalizzazione. Il Teorema di Jacobi. Forme quadratiche reali. Il criterio di Sylvester. Il teorema di

decomposizione spettrale. Spazio duale di uno spazio vettoriale. Geometria affine e proiettiva: Luoghi geometrici. Spazio complesso. Spazi proiettivi. Sottospazi. Regola di Grassmann. Proiettività. Riferimenti proiettivi e coordinate omogenee. Teorema fondamentale delle proiettività e dei riferimenti. La nozione di birapporto. Spazio proiettivo duale. Teoremi di Pappo e Desargues. Relazioni tra geometria affine e geometria proiettiva. Complessificazione di uno spazio proiettivo reale. Coniche e quadriche.

**Testi di riferimento.** C. Ciliberto, "Algebra Lineare", Boringhieri; Appunti dalle lezioni disponibili in rete; E. Fortuna, R. Frigerio, R. Pardini, "Geometria proiettiva Problemi risolti e richiami di teoria", Ed. Springer Italia; E. Sernesi, "Geometria 1", Ed. Bollati-Boringhieri; A. Franchetta e A. Morelli, "Esercizi di geometria", Parte 1 e 2, Ed. Liguori (per gli esercizi).

**GEOMETRIA 3** Secondo Anno - I Semestre - 7 CFU - settore MAT/03 - 56 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. V. Di Gennaro**

**Programma.** Spazi metrici. Spazi topologici. Funzioni continue tra spazi topologici. Omeomorfismi. Topologia quoziente. Prodotti di spazi topologici. Spazi compatti. Proprietà di separazione. Caratterizzazione dei compatti in uno spazio euclideo. Spazi connessi. Componenti connesse. Connessione per archi. Compatti negli spazi metrici. Assiomi di separazione. Compattificazione di Alexandrov. Omotopia di cammini. Gruppo fondamentale. Omotopia di funzioni. Rivestimenti. Azione di gruppo.

**Testi di riferimento.** C. Kosniowski, "Introduzione alla topologia algebrica", Zanichelli; E. Sernesi, "Geometria 2", Bollati Boringhieri; I.M. Singer, J.A. Thorpe, "Lezioni di Topologia elementare e di geometria", Boringhieri Torino 1980.

**GEOMETRIA 4** Secondo Anno - II Semestre - 7 CFU - settore MAT/03 - 56 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof. C. Ciliberto**

**Programma.** Algebra tensoriale. Curve differenziabili. Lunghezza di un arco di curve e parametro arco. Curvatura e torsione. Formule di Frenet. Teorema di esistenza e unicità. Superfici regolari nello spazio. Forme differenziali. Piano tangente. Prima forma fondamentale. Area di una superficie regolare. Mappa di Gauss. La seconda forma fondamentale. Il Theorema Egregium di Gauss. Formule di Gauss-Weingarten. Teorema di esistenza e unicità. Trasporto parallelo e geodetiche. Il teorema di Gauss-Bonnet. Qualche teorema di classificazione. Quadriche. Definizione di varietà differenziabile.

**Testi di riferimento.** M. Abate, F. Tovena, "Curve e superfici", Ed. Springer Italia; M.M. Lipschutz, "Geometria differenziale", Ed. Schaum.

**Modalità di accertamento.** Una prova scritta ed una orale, entrambe obbligatorie. La prova scritta, della durata di due ore, consiste nella risoluzione di esercizi alcuni dei quali potranno essere di carattere teorico. Ad ogni studente, all'inizio della prova scritta, sarà dato un foglio su cui sono scritti cinque quesiti a risposta multipla. Lo studente dovrà segnare sul detto foglio con una crocetta esclusivamente la risposta, o le risposte, a ciascun test, che ritiene corrette. Alla fine della prova lo studente dovrà consegnare esclusivamente il suddetto foglio

con le risposte da lui date, senza alcun altro segno tranne la sua firma e matricola apposte in testa al foglio. Ogni esercizio a cui si è risposto in modo totalmente corretto ha il valore di sei punti, ogni esercizio in cui non si è risposto in modo totalmente corretto ha il valore di zero punti. La prova sarà considerata sufficiente se lo studente svolge in modo totalmente corretto almeno tre esercizi. Durante la prova è consentito consultare testi e/o appunti, ma è vietato collaborare con altri candidati, pena l'esclusione dalla prova. Per ogni appello di esame sarà prevista una prova scritta (di norma tenuta il giorno precedente a quello delle prove orali) la quale, qualora superata, sarà valida solo per la sessione di esame cui si riferisce quell'appello. Gli studenti che abbiano sostenuto, ma non superato, la prova scritta potranno ciononostante sostenere quella orale, ma il voto finale terrà conto dell'esito negativo dello scritto. Al momento non sono previsti esoneri, ma verranno forniti e svolti (nelle ore di tutorato), esercizi anche del tipo di quelli della prova di esame. Di sopra vengono anche suggeriti testi di esercizi svolti. La prova orale consisterà in domande su tutto il programma svolto ed anche sulla prova orale. Il calendario di esami verrà fissato in accordo con le deliberazioni del Consiglio di Corso di Laurea.

**INFORMATICA 1 + LABORATORIO DI CALCOLO 1** Primo Anno - II Semestre - 6 + 4 CFU - settore INF/01 - 48+40 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof.ssa D. Giammarresi**

**Programma.** Introduzione ai computer e alla programmazione. Il linguaggio C: variabili e tipi di dati fondamentali. Istruzioni di input-output. Controllo del flusso. Operatori aritmetici, logici e relazionali. Le funzioni e il passaggio dei parametri. Le funzioni ricorsive. Gli array: definizioni e applicazioni. Media, mediana, moda. Problemi di ricerca e ordinamento su array. Le strutture. I puntatori e le strutture autoreferenzianti. La valutazione degli algoritmi e la complessità computazionale. Notazione asintotica. Upper bound e lower bound. Il teorema fondamentale delle ricorrenze. Il problema dell'ordinamento: selectionsort, bubblesort, insertionsort, mergesort, heapsort e quicksort. Analisi degli algoritmi e implementazione in C. Calcolo del lower bound. Strutture dati elementari: liste, pile e code. Definizioni e loro implementazioni con strutture linkate. Alberi: definizioni, notazioni e proprietà. Implementazione con strutture linkate. Visita di alberi. Alberi binari di ricerca: definizione e implementazione in C. Grafi: definizioni e notazioni. Implementazioni con matrici di adiacenza e liste di adiacenza. Visite in ampiezza e in profondità di grafi non diretti e diretti. Analisi della complessità degli algoritmi di visita e loro proprietà. Cammini e grafi Euleriani: definizioni e proprietà. Cammini e grafi hamiltoniani: definizione. Cenni sulle classi di complessità computazionale P e NP.

**Testi di riferimento.** H.Deitel,P.Deitel, " Il linguaggio C-Fondamenti e Tecniche di Programmazione", Pearson Education; C. Demetrescu, I. Finocchi, G.F.Italiano, "Algoritmi e Strutture Dati", McGraw-Hill.

**Obiettivi di apprendimento.** Lo studente dovrà imparare a programmare usando il linguaggio C. Conoscere alcuni argomenti di base della teoria degli algoritmi e delle strutture dati tra cui l'analisi della complessità di un algoritmo, i principali algoritmi di ordinamento, strutture dati dinamiche (liste, pile e code) e principali algoritmi su grafi e alberi.

**Modalità di accertamento.** La preparazione dello studente sarà verificata tramite il superamento di una prova di laboratorio in cui lo studente dovrà scrivere un programma in C direttamente al computer, una prova scritta ed una prova orale sulla parte di algoritmi.

**LABORATORIO DI CALCOLO 2** Terzo Anno - I Semestre - 4 CFU - settore INF/01 - 40 ore in laboratorio - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof.ssa A. Celletti**

**Programma.** Si elaboreranno programmi in Matlab sui seguenti argomenti: Aspetti Algoritmici, Algebra Lineare, vettori, matrici; Funzioni, input e output; For, while, break, if, switch; Grafica 2D e 3D; esempi: integrali e successioni; Serie di Taylor e di Fourier; Soluzione di ODE; fast Fourier Transform (FFT)

**Obiettivi di apprendimento.** Il corso verte sull'apprendimento della programmazione di algoritmi matematici in MATLAB.

**Testi di riferimento.** Le dispense sono fornite dal docente.

**Modalità di accertamento.** Il corso si conclude con un esame scritto (elaborazione di un programma in MATLAB), eventualmente seguito da un esame orale.

**LABORATORIO DI SPERIMENTAZIONI DI FISICA** Secondo Anno - I Semestre - 3 CFU - settore FIS/01 - 30 ore in laboratorio - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Dott. R. Cerulli**

**Programma.** Misura di una grandezza fisica: misura diretta e misura indiretta. Grandezze fondamentali e derivate. Sistemi di unità di misura. Cambiamenti di unità di misura. Errori casuali ed errori sistematici. Errori di lettura. Cifre significative. Propagazione degli errori massimi. Errore relativo. Stime dei parametri. Verifica di ipotesi. Caratteristiche principali degli strumenti di misura. Grafici. Misure di lunghezza, calibro a cursore e calibro Palmer. Misure di massa. Pendolo semplice. Moto di un proiettile. Moti oscillatori. Legge di Boyle e seconda legge di Gay Lussac. Studio della carica e della scarica di un condensatore. Studio di effetti diffrattivi.

**Programma delle esercitazioni.** Studio del periodo di un pendolo semplice. Moto di un proiettile: strumento balistico. Moti oscillatori. Studio della legge di Boyle e di Gay Lussac. Carica e scarica di un condensatore. Studio di fenomeni diffrattivi.

**Testi di riferimento.** V. Canale, "Fisica in laboratorio. Meccanica e Termodinamica", Aracne ed. (2007), M. Severi, "Introduzione all'Esperimentazione di Fisica", Zanichelli ed. (1986) M. Loreti, "Teoria degli errori e fondamenti di statistica", Zanichelli ed. (1998), J.R.Taylor, "Introduzione all'analisi degli errori", Zanichelli ed. (1982), R. Cervellati, D. Malosti, "Elettronica. Esercitazioni per il laboratorio di fisica", Euroma La Goliardica ed (1986).

**LINGUA INGLESE** - Primo Anno - I Semestre - 4 CFU

**Docente da definire**

**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.

**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.

**PROBABILITÀ E STATISTICA** Secondo Anno – 2 Semestre - 9 CFU - 72 ore in aula - il corso prevede ulteriori ore di tutorato

**Prof.ssa L. Caramellino**

**Programma:** Spazi di probabilità e proprietà. Probabilità condizionali, eventi indipendenti. Probabilità uniformi, Elementi di calcolo combinatorio. Modelli discreti; variabili aleatorie (v.a.) discrete e leggi; v. a. indipendenti. Leggi binomiali, geometriche, di Poisson. Speranza matematica, momenti e varianza. Disuguaglianza di Chebyshev. Covarianza. Funzioni di ripartizione. Modelli continui: leggi normali e Gamma. Speranza matematica, momenti e varianza. Densità congiunte, indipendenza, calcolo di leggi. Distribuzione e densità condizionale. Funzioni caratteristiche, leggi normali multivariate. Convergenza di variabili aleatorie. La legge dei grandi numeri e applicazioni. Il teorema Limite Centrale. Catene di Markov a stati discreti. Calcolo di leggi congiunte. Classificazione degli stati. Problemi di assorbimento. Probabilità invarianti e teoremi di convergenza.

**Obiettivi di apprendimento:** comprensione del linguaggio proprio della probabilità e della statistica; conoscenza dei concetti di base della probabilità e della statistica, senza la teoria della misura; capacità di istituire collegamenti con le materie di base della laurea triennale (analisi, algebra lineare, geometria, etc.); risoluzione di problemi, anche reali, con la costruzione di modelli probabilistici eventualmente dinamici (catene di Markov).

**Modalità di accertamento:** esame scritto ed orale; durante il corso vengono proposte prove in itinere.

**PROBABILITÀ E FINANZA** Terzo Anno - II Semestre - 6 CFU - settore MAT/06 - 48 ore in aula

**Prof.ssa A. Calzolari**

**Programma:** prerequisiti di probabilità: condizionamento e martingale; 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; metodi numerici Monte Carlo per la finanza.

**Obiettivi del corso:** si introduce la teoria moderna della finanza matematica.

**STATISTICA** Terzo Anno - I Semestre - 6 CFU - settore MAT/06 - 48 ore in aula

**Prof. D. Marinucci**

**Programma:** 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:** Larry Wasserman, "All of statistics", Springer.

**TOPOLOGIA ALGEBRICA** Terzo Anno - II Semestre - 6 CFU - settore MAT/03 - 48 ore in aula

**Prof.ssa L. Geatti**

**Programma:** Brevi richiami sui rivestimenti. Omologia simpliciale e omologia singolare. Successione di Mayer-Vietoris. Omologia di CW complessi. Caratteristica di Eulero Poincaré'. Esempi ed applicazioni. Teorema dei coefficienti universali. Coomologia. Cup product. Dualità di Poincaré.

**Obiettivi di apprendimento:** familiarizzare con algebra omologica, omologia e coomologia.

**Modalità di accertamento:** esame scritto e orale.

Per ulteriori dettagli su programma e materiale bibliografico si veda la pagina web del corso <http://www.mat.uniroma2.it/~gealb/TA2014/TA2014home.html>