

# **Corso di Laurea Magistrale in MATEMATICA PURA ED APPLICATA**

## **(LM-40 Matematica)**

### **INFORMAZIONI**

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

Coordinatore corso di laurea magistrale: 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 Pura ed Applicata si inquadra nella Classe delle Lauree Magistrali in Matematica (Classe LM-40 del DM 16 Marzo 2007 “Determinazione delle classi di laurea”) ed afferisce al Dipartimento di Matematica (DM). La durata del Corso di Laurea è normalmente di due anni.

Il corso di laurea magistrale in Matematica Pura e Applicata (MPA) si propone di sviluppare competenze e conoscenze avanzate in vari settori della matematica, garantendo ai suoi iscritti ampia possibilità di approfondimento sia degli aspetti teorici di questa disciplina che delle sue applicazioni.

Sono possibili percorsi formativi differenziati, atti ad integrare e completare la formazione matematica di ciascuno studente. Tuttavia, in ogni ambito vengono sottolineati gli aspetti metodologici al fine di assicurare una profonda comprensione della materia e la capacità di aggiornare costantemente le competenze acquisite. Con l'intento di accrescere le capacità di autonomia degli studenti, e per permettere la formulazione di piani di studio che si adattino alle esigenze di una società in rapida evoluzione, si è previsto un elevato grado di libertà nella scelta degli insegnamenti.

Il percorso formativo è caratterizzato dalla presenza, all'inizio, di insegnamenti intesi a fornire un quadro ampio e organico di argomenti di carattere avanzato nelle discipline fondamentali (algebra, analisi, geometria, fisica matematica, analisi numerica, probabilità). Successivamente, sono offerti insegnamenti a carattere specialistico, volti ad accogliere specifici interessi sviluppati dagli studenti, nonché a coadiuvare lo svolgimento del lavoro di tesi, cui è attribuita una valenza determinante per il compimento del ciclo di studi.

Oltre ad avere un'approfondita conoscenza sia degli aspetti disciplinari sia di quelli metodologici della matematica, i laureati magistrali in MPA devono essere in grado di esprimere le proprie conoscenze in contesti professionali sia specifici sia interdisciplinari. Lo studente viene altresì sollecitato ad acquisire un contatto diretto con la letteratura matematica, anche a livello di ricerca, e ad affinare le capacità individuali di orientarsi nella consultazione di testi e nella creazione di bibliografie sia in italiano che in inglese. La redazione della prova finale costituisce, tra l'altro, una verifica dell'acquisizione di queste competenze e della padronanza delle tecniche usuali della comunicazione scientifica in ambito matematico.

Grazie alla sua formazione, il laureato magistrale in MPA potrà, a seconda dei casi, proseguire negli studi partecipando a programmi di dottorato in discipline matematiche o inserirsi nel mondo del lavoro, sia utilizzando le specifiche competenze acquisite che valorizzando le sue capacità di flessibilità mentale e di collaborazione con altri esperti.

Grazie alle conoscenze e alle competenze acquisite, ivi inclusa la mentalità flessibile e l'esperienza accumulata nell'analisi e soluzione di problemi, i laureati magistrali in Matematica Pura e Applicata potranno disporre di un'ampia gamma di sbocchi occupazionali e professionali. I settori più indicati sono quelli in cui la matematica svolge un ruolo centrale sotto il profilo applicativo o teorico, o quantomeno costituisce un ambito chiaramente correlato quanto a importanza quali, ad esempio,

- . • l'elaborazione e l'analisi di modelli a supporto dei processi industriali;
- . • l'analisi statistica dei dati;
- . • l'insegnamento;
- . • la diffusione della cultura scientifica;
- . • l'avviamento alla ricerca pura e applicata in un corso di dottorato;
- . • l'informatica e la telematica.

Inoltre, qualora il corso di laurea magistrale in Matematica Pura e Applicata si innesti su un corso di laurea triennale in discipline affini, sarà possibile un pronto inserimento dei laureati anche in professioni o campi di studio differenti. 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/>.

Per conseguire la Laurea Magistrale in matematica Pura ed Applicata lo studente deve aver acquisito complessivamente 120 crediti (CFU) nell'ambito delle varie attività didattiche. L'attività formativa prevede insegnamenti teorici e pratici suddivisi in moduli didattici caratterizzanti, moduli didattici di materie affini o integrative, moduli didattici concernenti attività formative complementari. I risultati della preparazione vengono verificati nel corso di prove individuali di esame e nell'ambito dell'elaborazione della prova finale. Tutti i percorsi formativi danno ampio spazio a esercitazioni e ad attività di tutorato e di laboratorio. La ripartizione delle attività formative per il Corso di Laurea Magistrale in Matematica pura ed Applicata è contenuto nell'Ordinamento del Corso di Laurea, disponibile alla pagina <http://www.mat.uniroma2.it/didattica/regole.php> del sito del corso di Laurea Magistrale in matematica Pura ed Applicata

Il numero massimo di crediti riconoscibili in base al D.M. 16/3/2007 art. 4 è 12.

La prova finale per il conseguimento della Laurea Magistrale richiede la stesura di una tesi elaborata in modo originale dallo studente, comprendente la redazione di un documento scritto (eventualmente anche in lingua inglese) e una prova seminariale conclusiva. La scelta dell'argomento della tesi deve essere concordata con un docente scelto dallo studente, che svolge le funzioni di relatore. La tesi dovrà evidenziare nei suoi contenuti la maturità culturale del laureando in un'area disciplinare attinente alla sua formazione curriculare. La prova finale verrà valutata in base alla originalità dei risultati, alla padronanza dell'argomento, all'autonomia e alle capacità espositiva e di ricerca bibliografica mostrate dal candidato.

I crediti relativi alle attività didattiche caratterizzanti, e affini o integrative sono acquisiti seguendo moduli didattici, e superando i relativi esami, secondo il piano delle attività formative ed in base alla programmazione didattica definiti dal Consiglio di Corso di Laurea. I crediti relativi alle attività a scelta dello studente, così come i crediti relativi alle attività art.10, comma 5 lett. d, vengono normalmente acquisiti da parte dello studente mediante la frequenza di insegnamenti scelti, mediante la formulazione di un piano di studi, nell'ambito delle opzioni proposte dal Consiglio del Dipartimento di Matematica (CDM). Modalità diverse di acquisizione di tali crediti proposte dallo studente verranno valutate dal CDM in riferimento agli obiettivi formativi del corso di laurea ed alla valenza culturale complessiva del piano di studio proposto.

### **Schema del piano di studio**

Attività formative caratterizzanti 44 CFU

Formazione affine ed integrativa 28 CFU

Formazione a scelta 16 CFU

Prova finale 27 CFU

Altre attività formative (crediti F) 5 CFU

#### Attività Formative Caratterizzanti: 60 CFU

CAM 1 (6 CFU)

CAM 2 (6 CFU)

Corsi a scelta nei settori disciplinari MAT01/MAT05 per un totale di 16 CFU

Corsi a scelta nei settori disciplinari MAT06/MAT09 per un totale di 16 CFU.

#### Formazione Affine ed Integrativa: 20 CFU

Laboratorio di Calcolo 4CFU

Corsi a scelta per 24 CFU nei settori affini (dei quali 16 CFU al massimo di settori MAT)

#### Formazione a scelta Corsi per 16 CFU a libera scelta

#### Attività formative per Prova Finale 27 CFU

Lo studente dovrà inoltre scegliere almeno 4 settori MAT diversi ed almeno un corso in ciascuna delle seguenti coppie di settori: MAT02/MAT03 MAT05/MAT07 MAT06/MAT08

Di norma entro il mese di ottobre, lo studente presenta al CDM una proposta di piano di studio. Il CDM valuterà entro il mese di dicembre il piano di studio proposto. Qualora l'iscrizione alla LM avvenga in un periodo diverso dell'anno, s'intende che il piano di studio va presentato entro un mese dall'iscrizione e che il CDM è tenuto a valutarlo entro il mese successivo. I piani di studio verranno valutati da una apposita commissione che verificherà la loro coerenza con gli obiettivi formativi. Il piano di studio non può comprendere insegnamenti i cui programmi siano stati già svolti da insegnamenti relativi al conseguimento dei 180 CFU della laurea triennale.

### **Modalità e requisiti di ammissione al Corso di Laurea magistrale**

Il Corso di Laurea Magistrale in Matematica Pura ed Applicata non è ad accesso programmato.

Per essere ammessi al corso occorre essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale, ovvero di un altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. Sono inoltre richiesti specifici requisiti curriculari, caratteristici delle lauree in discipline matematiche. La natura interdisciplinare della matematica rende possibile anche a studenti che abbiano conseguito la laurea in altri settori, di accedere alla laurea magistrale in Matematica Pura ed Applicata purché in possesso dei suddetti requisiti.

Tutti gli studenti che intendano immatricolarsi sono invitati a farne richiesta secondo le modalità previste dall'ateneo. Le domande pervenute saranno esaminate dal Coordinatore del Corso di Studio. La valutazione della commissione seguirà comunque i seguenti criteri:

- Verranno accolte tutte le domande di studenti in possesso di laurea in Matematica conseguita nel nostro ateneo.

- Per tutti gli altri studenti, la commissione valuterà il possesso delle conoscenze e competenze necessarie per l'accesso sulla base della documentazione presentata. Ove necessario, la commissione potrà richiedere ulteriori informazioni relative al curriculum, eventualmente tramite un colloquio di natura non tecnica.
- Indicativamente, verranno accolte le domande di tutti i laureati triennali delle classi L-32 (DM 509/1999) e L-35 (DM 270/2004) provenienti da qualsiasi ateneo italiano (o di studenti in possesso di analogo titolo di studio estero).
- La commissione potrà consigliare e/o autorizzare l'inserimento, nel piano di studio della laurea magistrale, di uno o più insegnamenti della laurea triennale in matematica -non già inclusi nell'offerta formativa relativa alla laurea magistrale -per un massimo di 24 CFU.

Si invitano gli interessati a richiedere un parere preventivo ed informale da parte del CDM scrivendo a [dida@mat.uniroma2.it](mailto:dida@mat.uniroma2.it) e allegando il proprio curriculum studiorum con elenco degli esami sostenuti, completo di crediti formativi, settori disciplinari e programmi relativi.

### **Calendario 2012/13**

I corsi del primo semestre si terranno dal 1 ottobre 2012 al 18 Gennaio 2013. Quelli del secondo semestre, dal 4 marzo 2013 al 7 Giugno 2013. Il 24 Settembre 2012 alle ore 10.00, in aula L3, si terrà un incontro con gli studenti nel quale i docenti illustreranno brevemente i programmi dei corsi.

### **Vita pratica**

La maggior parte delle informazioni è riportata nel sito web del Corso di Studi: <http://mat.uniroma2.it/didattica>. Informazioni si possono anche ottenere per posta elettronica all'indirizzo [dida@mat.uniroma2.it](mailto:dida@mat.uniroma2.it) oppure rivolgendosi alla segreteria del Corso di LM, Sig.ra Filippetti, tel. 06 7259 4839.

### **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. Limitatamente agli studenti dell'ultimo anno che ne fanno richiesta, può essere svolto un ulteriore appello nei mesi di settembre/ottobre.

### **Trasferimenti**

Gli studenti che si trasferiscono al Corso di Laurea Magistrale in Matematica Pura ed Applicata provenendo da altri Corsi di Magistrale, possono chiedere il riconoscimento dei crediti relativi ad esami sostenuti nel corso di studi d'origine. Il CDM valuterà di volta in volta le singole richieste.

### **Programmazione didattica A.A. 2012/13**

Le istruzioni seguenti si riferiscono alla Laurea Magistrale relativa all'ordinamento del D.M. 270/04. Gli studenti iscritti alla Laurea Specialistica in Matematica o alla Laurea Specialistica in Matematica Applicata potranno naturalmente completare il proprio corso di studi in base al vecchio ordinamento. Gli studenti delle Lauree Specialistiche possono rivolgersi al Coordinatore dei Corsi di Laurea in Matematica per indicazioni specifiche.

## **I SEMESTRE**

Algebre di operatori (8 CFU)

Combinatoria algebrica (8CFU)

\* Complementi di fisica (CF) (8 CFU)

Complementi di probabilità (CP) (8 CFU)

Elementi di analisi numerica (8 CFU)

Geometria differenziale (8 CFU)

Gruppi di omotopia superiore (8 CFU)

\* MMMF : Metodi e modelli dei mercati finanziari (8 CFU)

Metodi numerici per PDE (8 cfu)

Meccanica analitica e celeste (FM3) (8 CFU)

Metodi numerici per l'approssimazione 1 (CAN/1) (8 CFU)

Sistemi dinamici (8 CFU)

Teoria della misura (CAM/1) (6 CFU) - attività caratterizzante - obbligatoria

## **II SEMESTRE**

Analisi complessa in più variabili (8 CFU)

Analisi di Fourier (8 CFU)

\* Codifica e compressione di segnali e immagini (8CFU)

Complementi di analisi numerica 2 (CAN/2) (8 CFU)

Elementi di probabilità 1 (EP/1) (8 CFU)

\* Elementi di statistica matematica 1 (ESM1) (8 CFU)

Geometria algebrica (8 CFU)

Introduzione all'analisi funzionale (CAM2) (6 CFU) - attività caratterizzante - obbligatoria

\* Laboratorio di calcolo (4CFU) - attività affine - obbligatoria

Logica matematica (8 CFU)

Metodi numerici per l'ottimizzazione (8 CFU)

\*Progettazione di sistemi informatici interattivi (8 CFU)

Spazi di Sobolev ed equazioni ellittiche e paraboliche (EAM/2) (8 CFU)

Storia della scienza (8 CFU)

Teoria delle rappresentazioni 1 (8 CFU)

Teoria spettrale (8 CFU)

NOTA: L'asterisco (\*) indica i corsi che, se inseriti nel piano di studio, devono far parte delle attività affini o a scelta dello studente.

## **Ripartizione dell'offerta formativa dei settori MAT**

SETTORE MAT/01: LOGICA MATEMATICA

- Logica matematica

SETTORE MAT/02: ALGEBRA

- Combinatoria algebrica
- Teoria delle rappresentazioni 1

SETTORE MAT/03: GEOMETRIA

- Analisi Complessa in più variabili
- Geometria algebrica
- Geometria differenziale
- Gruppi di omotopia superiore

#### SETTORE MAT/04: MATEMATICHE COMPLEMENTARI

- Storia della scienza

#### SETTORE MAT/05: ANALISI MATEMATICA

- Algebre di operatori
- Analisi di Fourier
- CAM/1: Teoria della misura
- CAM/2: Introduzione all'analisi funzionale
- EAM/1: Teoria spettrale
- EAM/2: Spazi di Sobolev ed equazioni ellittiche e paraboliche

#### SETTORE MAT/06: PROBABILITA'

- Complementi di probabilità
- Elementi di probabilità 1

#### SETTORE MAT/07: FISICA MATEMATICA

- Sistemi dinamici
- Meccanica analitica e celeste

#### SETTORE MAT/08: ANALISI NUMERICA

- CAN/1: metodi numerici per l'approssimazione 1
- CAN/2 : Complementi di analisi numerica 2
- Elementi di Analisi numerica
- Metodi numerici per l'ottimizzazione
- Metodi numerici per PDE

### **Programmi dei corsi**

ALGEBRE DI OPERATORI - I Semestre - 8 CFU - settore MAT/05 - 64 ore di lezione in aula

Prof. F. Radulescu

Teoria base delle algebre di von Neumann. Teoria modulare. Settori e categorie tensoriali. Indice di Jones. Rappresentazioni a energia positiva di  $SL(2, \mathbb{R})$  e reti conformi di spazi di Hilbert reali sul cerchio. Reti conformi di algebre di von Neumann. Rappresentazioni. Proprietà split e completa razionalità.

ANALISI COMPLESSA IN PIU' VARIABILI - II Semestre -8 CFU - settore MAT/03 - 64 ore di lezione in aula

Prof. S. Trapani

1 Domini di olomorfia. Definizione di funzioni olomorfe in piu' variabili complesse, sviluppo in serie di potenze, domini di Reinhardt, Il teorema di Hartogs sull'estendibilità di funzioni olomorfe, domini di olomorfia, teorema di Cartan Thullen, teorema di Levi, teorema di preparazione di Weierstrass

2 Il problema di Levi

Il problema di Levi, le funzioni plurisubarmoniche e la soluzione del problema di Levi con il metodo delle stime  $L^2$  di Hormander

PREREQUISITI

una introduzione alla teoria delle funzioni di una variabile complessa

ANALISI DI FOURIER - II Semestre -8 CFU - settore MAT/05 - 64 ore di lezione in aula

Prof. M. Picardello

Spazi lineari normati. Norma  $L^2$  e ortogonalità. Successioni di Cauchy e completezza. Norma uniforme.

Convergenza uniforme e convergenza puntuale di successioni e serie di funzioni. Integrale di Lebesgue e passaggio al limite sotto il segno di integrale. Integrali multipli e Teorema di Fubini.

Norme  $L_p$ . Densità delle funzioni continue in  $L_p$ . Densità delle funzioni  $C^1$  a tratti negli spazi  $L_p$ . Inclusioni fra spazi  $L_p$ .

Spazi di Hilbert. Sistemi ortonormali, disuguaglianza di Bessel. Sistemi ortonormali completi, identità di Parseval e sviluppi ortonormali. Proiezioni ortogonali e migliore approssimazione nella norma hilbertiana. Serie di Fourier (trigonometriche ed in forma complessa): convergenza  $L_2$ , puntuale ed uniforme. Ordine di infinitesimo dei coefficienti di Fourier. Fenomeno di Gibbs (tempo permettendo). Identità approssimate. Convoluzioni e nuclei di sommabilità (cenni)

Trasformata di Fourier in  $L_1$  ed in  $L_2$ . Trasformata di Fourier della derivata e della convoluzione. Teorema di inversione e teorema di Plancherel. Classe di Schwartz. La trasformata di Fourier nella classe di Schwartz. Classe di Paley-Wiener. Formula di somma di Poisson. Distribuzioni temperate e loro trasformata di Fourier (trattazione completa o per cenni a seconda della disponibilità di tempo). Trasformata di Fourier di distribuzioni discrete e periodiche e relazione con la serie di Fourier. Campionamento. Teorema di Shannon. Aliasing.

Trasformata di Fourier discrete sue proprietà. Trasformata rapida di Fourier. Trasformata discreta dei coseni.

CAM/1: TEORIA DELLA MISURA - I Semestre -6 CFU - settore MAT/05 – 48 ore di lezione in aula- il corso prevede ore di tutorato

Prof. R. Peirone

Spazi di misura, funzioni sigma-additive, teoremi di prolungamento. Funzioni di Borel, funzioni integrabili e loro integrale. Teoremi di passaggio al limite negli integrali. Generalità su spazi di Hilbert e di Banach. Spazi di funzioni di potenza  $p$  sommabile: completezza, convergenza in norma e q.o., sottoinsiemi densi, separabilità. Funzioni essenzialmente limitate. Misure prodotto. Prodotto di convoluzione. Misure con segno, decomposizione di Lebesgue e teorema di Radon-Nikodym. Funzioni a variazione limitata e funzioni assolutamente continue su  $\mathbb{R}$ .

TESTI CONSIGLIATI:

P. Cannarsa -T. D'Aprile, Introduzione alla teoria della misura e all'analisi funzionale. Springer-Verlag Italia, Milano 2008

V. Komornik, Précis d'analyse réelle. Analyse fonctionnelle. Intégrale de Lebesgue. Espaces fonctionnels. Ellipses, Paris 2002.

CAM/2: INTRODUZIONE ALL'ANALISI FUNZIONALE - II Semestre - 6 CFU - settore MAT/05 - 48 ore di lezione in aula- il corso prevede ore di tutorato

Prof. P. Cannarsa

1. Spazi di Hilbert, proiezione su di un convesso chiuso, proiezione su sottospazi, decomposizione ortogonale di Riesz. Funzionali lineari limitati e teorema di Rappresentazione di Riesz. Successioni ortonormali e basi ortonormali. Completezza del sistema trigonometrico.

2. Spazi di Banach. Operatori lineari limitati. Principio di limitatezza uniforme. Teorema dell'applicazione aperta. Teorema di Hahn-Banach e separazione di insiemi convessi. Convergenza debole e debole\*. Spazi riflessivi. Proprietà di Bolzano-Weierstrass. Esempi: duale di  $L^p$ , duale di  $C([0,1])$ .

3. Elementi di teoria degli operatori. Operatori chiusi tra spazi di Banach. Aggiunto di un operatore. Operatori compatti. Teorema spettrale di Hilbert per operatori compatti autoaggiunti in spazi di Hilbert. Alternativa di Fredholm. Applicazione ai sistemi di Sturm-Liouville.

## TESTI CONSIGLIATI:

H. Brezis, Analisi funzionale. Liguori, Napoli (1974).

P. Cannarsa - T. D'Aprile, Introduzione alla teoria della misura e all'analisi funzionale. Springer-Verlag Italia, Milano (2008).

J.B. Conway, A course in functional analysis - 2nd ed. Springer-Verlag, New York (1990).

CAN/1: METODI NUMERICI PER L'APPROSSIMAZIONE 1 - I Semestre - 8 CFU - settore MAT/08 - 64 ore di lezione in aula

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 e del trattamento numerico di PDE (Analisi Isogeometrica)

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

CAN/2: COMPLEMENTI ANALISI NUMERICA 2 II Semestre -8 CFU - settore MAT/08 - 64 ore di lezione in aula

Prof. Prof. P. Zellini

Metodi numerici per il calcolo del minimo di una funzione. Applicazione nella risoluzione di sistemi non lineari. Metodi del gradiente e del gradiente coniugato. Tecniche di preconditionamento. Metodi di Newton e quasi-Newton. Metodi variazionali di Galerkin per la risoluzione numerica di problemi differenziali ellittici al contorno. Il metodo degli elementi finiti nel piano: triangolazioni, spazi polinomiali a tratti, basi canoniche. Studio del condizionamento del sistema lineare relativo al problema di convezione-diffusione. Basi gerarchiche.

CODIFICA E COMPRESSIONE DI SEGNALI E IMMAGINI II Semestre -8 CFU - settore INF/01 - 64 ore di lezione in aula

Prof. D. Vitulano

Nella prima parte del corso si studiano vari tipi di codifica di segnali, lossless e lossy, ad alto e basso bit rate, e si studia la quantizzazione, i compandors ed il problema della scelta ottimale della base (Karhunen-Loeve). Particolare attenzione è rivolta alle codifiche di Huffman e JPEG, implementate anche in Matlab. Nella seconda parte del corso si studia la matematica dei frattali e il loro uso per la compressione dei segnali.

COMBINATORIA ALGEBRICA I Semestre -8 CFU - settore MAT02 - 64 ore di lezione in aula

Prof. F. Brenti

L'anello delle serie formali  $R[[x]]$ . L'interpretazione combinatoria delle operazioni algebriche di  $R[[x]]$ . Coefficienti combinatori fondamentali. Il Principio di Involuzione. Il Lemma di Gessel-Viennot. La funzione di Mobius e l'inversione di Mobius. Funzioni generatrici razionali. Funzioni generatrici esponenziali. Partizioni e loro funzioni generatrici. Il Teorema della Matrice-Albero. Polinomi di Tutte. Modelli di fisica statistica (Il problema di Ising, il ghiaccio quadrato). Teoria di Polya. Polinomi e funzioni simmetriche. Funzioni simmetriche monomiali ed elementari. Il teorema fondamentale sulle funzioni simmetriche. Funzioni omogenee e di Schur. La corrispondenza di Schensted. Gruppi di Coxeter. Funzione lunghezza. La rappresentazione geometrica. Sottogruppi parabolici e quozienti. Sistemi di radici. Radici e riflessioni. La condizione di Scambio. L'ordine di Bruhat. Il Teorema di classificazione.



COMPLEMENTI DI FISICA I Semestre -8 CFU - settore FIS/01 - 64 ore di lezione in aula

Dr. V. Merlo

Postulati della meccanica quantistica. Equazione di Schroedinger: stati stazionari, proprietà nel caso 1-dimensionale, sistema a due stati, barriere e buche di potenziale, effetto tunnel. Oscillatore armonico lineare. Momento angolare. Equazione di Schroedinger in coordinate sferiche: moto in un campo centrale, atomo di idrogeno, formula di Bohr. Spin: matrici di Pauli, elettrone in un campo magnetico, esperimento di Stern e Gerlach. Teoria delle perturbazioni. Metodo variazionale. Struttura fine dell'atomo di idrogeno, interazione spin orbita.

COMPLEMENTI DI PROBABILITA' - I Semestre -8 CFU - settore MAT/06 - 64 ore di lezione in aula

Prof. L. Pacchiarotti

Si tratta di un corso di probabilità classico, basato sulla teoria della misura, principalmente sulla convergenza di v.a. e leggi. In sintesi: spazi di probabilità astratti; indipendenza; legge 0-1 di Kolmogorov; lemma di Borel-Cantelli; convergenza quasi certa; disuguaglianze di convessità; convergenza in probabilità; legge dei grandi numeri; funzioni caratteristiche; convergenza in legge; aspettazione condizionale; martingale.

EAM/1: TEORIA SPETTRALE II Semestre -8 CFU - settore MAT/05 - 64 ore di lezione in aula

Prof. R. Longo

Teoria base per spazi di Hilbert e spazi di Banach. Operatori lineari e continui. Algebre di Banach, teoria di Gelfand. Operatori compatti, teoria spettrale. Operatori chiusi e chiudibili. Operatori Hermitiani ed autoaggiunti su uno spazio di Hilbert. Teorema spettrale per operatori normali. Decomposizione polare.

EAM/2: SPAZI DI SOBOLEV ED EQUAZIONI ELLITTICHE E PARABOLICHE II Semestre -8 CFU - 64 ore di lezione in aula

Prof. C. Sinestrari

Propedeuticità CAM/1. Spazi di Sobolev: operatori di prolungamento, disuguaglianze di Sobolev-Gagliardo-Nirenberg, teorema di Morrey, teorema di Rellich e loro conseguenze. Formulazione variazionale dei problemi ai limiti ellittici mediante gli spazi di Sobolev, regolarità delle soluzioni deboli. Principi di massimo. Teoria spettrale nell'ambito del problema di Dirichlet. Teorema di Hille-Yosida ed equazioni di evoluzione: l'equazione del calore, sua formulazione e studio nell'ambito degli spazi di Sobolev.

ELEMENTI DI ANALISI NUMERICA - I Semestre - 8 CFU - settore MAT/08 - 64 ore di lezione in aula

Prof. C. Di Fiore

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

ELEMENTI DI PROBABILITA' 1: MARTINGALE E MOTO BROWNIANO II Semestre - 8 CFU - settore MAT/06 - 64 ore di lezione in aula

Prof. P. Baldi

Propedeuticità: CP. Il corso è un'introduzione al calcolo stocastico di Ito e ai processi di diffusione. Argomenti trattati: Martingale in tempo continuo; moto browniano: regolarità, comportamento asintotico, proprietà di invarianza; integrale stocastico: costruzione, formula di Ito e teorema di Girsanov; equazioni differenziali stocastiche: esistenza, unicità e proprietà di Markov delle soluzioni.

ELEMENTI DI STATISTICA MATEMATICA 1 II Semestre -8 CFU- settore SECS-S/01 - 64 ore di lezione in aula

Prof. G. Scalia Tomba

Proprietà asintotiche dei metodi di stima classici. Studio di modelli statistici particolari: il modello lineare generale, il modello lineare generalizzato, l'analisi dei dati di sopravvivenza. Esempi di analisi multivariata, metodi nonparametrici e uso di software statistico.

GEOMETRIA ALGEBRICA - II Semestre - 8 CFU - Settore MAT/03 - 64 ore di lezione in aula

Prof. Giuseppe Pareschi

Si tratta di un corso di introduzione alla Geometria Algebrica. Per ulteriori informazioni si veda la pagina web del corso:

<http://www.mat.uniroma2.it/~pareschi/didattica/AA1213/GA2013home.html>

GEOMETRIA DIFFERENZIALE - I Semestre -8 CFU - settore MAT/03 - 64 ore di lezione in aula

Prof. M. Nacinovich

Varietà differenziabili, gruppi di Lie, fibrati vettoriali principali e vettoriali, connessioni. Varietà Riemanniane. Spazi a curvatura costante. Gruppi di ologonomia e decomposizione di de Rham. Varietà Riemanniane omogenee. Connessioni e quantizzazione. Strutture di Poisson e strutture simplettiche.

Coomologia di de Rham, forme armoniche e teoria di Hodge.

GRUPPI DI OMOTOPIA SUPERIORE- I Semestre -8 CFU - settore MAT/03 - 64 ore di lezione in aula

Prof. McQuillan

Il corso seguirà il libro di R. Bott e L.W. Tu, "Differential forms in algebraic topology", e, quindi, la materia sarà molto simile al libro, cioè:

- 1) Varietà differenziabili e co-omologia di De Rham.
- 2) Fasci e co-omologia di Cech.
- 3) Successione spettrale.
- 4) Omologia e omotopia.
- 5) Fibrati vettoriale, K-teoria, e periodicità di Bott.

LABORATORIO DI CALCOLO - II Semestre -4 CFU - settore INF/01 - 48 ore di lezione in aula

Prof. P. Baldi

Introduzione all'uso di software scientifico (linguaggio C e software ad alto livello) per lo studio e la risoluzione di problemi di matematica avanzata.

LOGICA MATEMATICA - II Semestre - 8 CFU - settore MAT/01 - 64 ore di lezione in aula

Prof.ssa B. Veit

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.

MECCANICA ANALITICA E CELESTE - I Semestre -8 CFU - settore MAT/07 - 64 ore di lezione in aula

Prof.ssa A. Celletti

Il corso verte su un'introduzione alla Meccanica Analitica e alle sue applicazioni alla Meccanica Celeste, cioè allo studio del moto di pianeti e satelliti del sistema solare. Gli argomenti principali riguardano: i sistemi quasi-integrabili, le trasformazioni canoniche, la stabilità del sistema solare, la teoria delle perturbazioni, le risonanze orbitali e spin-orbita, lo studio dei punti Lagrangiani, le collisioni nel sistema solare e la teoria della regolarizzazione. Per maggiori informazioni si veda: <http://www.mat.uniroma2.it/~celletti/progFM.html>.

TESTI CONSIGLIATI Le dispense sono fornite dal docente.

METODI E MODELLI DEI MERCATI FINANZIARI I Semestre -8 CFU- settore SECS-S/06 - 64 ore di lezione in aula

Prof. L. Caramellino

Si introduce la teoria moderna della finanza matematica. Il corso è diviso in tre parti: 1) richiami di calcolo stocastico: processi di Markov, diffusioni, formule di rappresentazione per diffusioni; 2) modelli di diffusione per i mercati finanziari: arbitraggio e completezza del mercato; il modello di Black e Scholes; 3) metodi numerici-Monte Carlo per la finanza. Propedeuticità: EP/1.

METODI NUMERICI PER L'OTTIMIZZAZIONE II Semestre -8 CFU - settore MAT/08 - 64 ore di lezione in aula

Prof. S. Fanelli

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.

METODI NUMERICI PER EQUAZIONI A DERIVATE PARZIALI - I Semestre -8 CFU - settore MAT/08 - 64 ore di lezione in aula

Prof. D. Bertaccini

Introduzione rigorosa ai metodi numerici per le equazioni alle derivate parziali con particolare riferimento agli schemi alle differenze finite per problemi di evoluzione. Soluzione dei modelli discreti tramite metodi proiettivi preconditionati.

Analisi dei metodi su problemi modello lineari e indicazioni sulla costruzione degli algoritmi.

Esempi di problemi nonlineari di evoluzione dall'elaborazione di immagini e dalle scienze biomediche. Verranno considerati con particolare attenzione aspetti quali la qualità dell'approssimazione e stabilità degli algoritmi e l'approssimazione delle soluzioni dei problemi discreti generati dagli schemi che verranno trattati. Sono previste esercitazioni in laboratorio.

PROGETTAZIONE DI SISTEMI INFORMATICI INTERATTIVI - II Semestre -8 CFU - settore INF/01 - 64 ore di lezione in aula

Prof. E. Nardelli

Aspetti teorici dell'interazione persona calcolatore. Metodologie di progetto dell'interazione. Usabilità Modellamento di Sistemi Reattivi. Svolgimento di un progetto didattico.

SISTEMI DINAMICI - I Semestre -8 CFU - settore MAT/07 - 64 ore di lezione in aula

Prof. C. Liverani

Richiami di teoria delle equazioni differenziali: esistenza ed unicità globale delle soluzioni per campi vettoriali  $C^1$  e limitati. Teoria di Floquet. Sezioni di Poincaré. Teorema della dipendenza liscia dai dati iniziali e da parametri.

Studio del comportamento qualitativo delle soluzioni di una equazione differenziale sul piano.

Teorema della scatola del flusso. Stabilità e funzioni di Lyapunov. Teorema di Grobman-Hartmann.

Varietà stabili e instabili: Hadamard-Perron, teorema della varietà centrale.

Concetto di genericità per famiglie di campi vettoriali dipendenti da parametri. Biforcazioni generiche: sella-nodo, Hopf.

Insiemi omega-limite e Teorema di Poincaré-Bendixon.

Equazioni differenziali sul toro (bidimensionale) e riduzione allo studio dei diffeomorfismi del cerchio.

Numero di rotazione. Teorema KAM.

Sistemi Hamiltoniani e geometria simplettica. Trasformazioni canoniche. Relazione coi sistemi Lagrangiani. Sistemi completamente integrabili.

Teoria della media. Integrale di Melnikov e ferri di cavallo.

Sistemi dinamici misurabili (definizioni ed esempi elementari). Teorema di Krylov-Bogoliubov.

Cenni di teoria ergodica (teoremi di Birkhoff, Von Neumann, Poincaré, ergodicità, mescolamento, ..).

L'attitudine generale del corso è di mettere l'accento sulla trattazione esplicita di esempi concreti.

STORIA DELLA SCIENZA II Semestre -8 CFU - settore MAT/04 - 64 ore di lezione in aula

Prof. L. Russo

TEORIA DELLE RAPPRESENTAZIONI 1 - II Semestre -8 CFU - settore MAT/02 - 64 ore di lezione in aula

Prof.ssa E. Strickland

Rappresentazioni di un gruppo finito. Sottorappresentazioni, somma diretta, prodotto tensoriale, potenza simmetrica ed esterna di

rappresentazioni. Rappresentazione duale, rappresentazione-permutazione. Rappresentazione regolare.

Rappresentazioni irriducibili, riducibili, completamente riducibili. Teorema di Maschke. Lemma di

Schur. Proprietà dei caratteri. Caratteri di rappresentazioni ottenute come somma diretta, prodotto

tensoriale, duale, potenza simmetrica e alterna di rappresentazioni. Caratteri lineari. Caratteri

irriducibili. Tavole dei caratteri. Formula del punto fisso. Relazioni di ortogonalità tra caratteri.

Numero delle rappresentazioni irriducibili di un gruppo. Tavola dei caratteri del gruppo diedrale  $D_{2,4}$

e del gruppo dei quaternioni  $Q$ . Algebra gruppo. Diagrammi e tableaux di Young. Simmetrizzatori di

Young. Rappresentazioni del gruppo simmetrico  $S_d$ . Formula di Frobenius per i caratteri del gruppo

simmetrico. Hook formula per le dimensioni. Regola di Murnaghan-Nakayama.

TESTI CONSIGLIATI:

Renata Scognamiglio, "Rappresentazioni di gruppi finiti e loro caratteri", Scuola Normale Superiore, 1999.

W. Fulton-J. Harris "Representation theory", Springer Verlag, 1991.