

Lista Reading Course – Anno Accademico 2023/24

I reading course sono attività formative erogate dal CdS. Gli studenti del Corso di Laurea Triennale o del Corso di Laurea Magistrale possono scegliere di sostenere uno o più reading course a valere sui 12 CFU a scelta libera. I reading course prevedono lezioni in presenza, spiegazioni, studio autonomo da parte dello studente sotto la guida del docente, seguiti da una prova di verifica secondo le modalità indicate nella relativa scheda. Le schede sono riportate dopo le tabelle.

Entro il 21 ottobre 2023 gli studenti dovranno inviare una mail con oggetto “scelta reading course 23/24” ai Docenti del Reading che intendono seguire CdS.

Nella lista sono presenti tre categorie: T (solo per la Triennale), T+M (sia per la Triennale che per la Magistrale), M (solo per la magistrale).

Su richiesta dello studente le informazioni sui reading course (dubbi, domande, chiarimenti sull'esame) saranno fornite dal responsabile del corso in lingua inglese.

At the request of the student, information on the following reading courses (doubts, questions, clarifications on the exam) will be provided by the course manager in English language.

Legenda: **M** = Magistrale; **T** = Triennale

Reading Course solo per la Laurea Triennale	Referente	Tipologia
Gruppi Topologici	G. Bande - gbande@unica.it	T
Modelli di ottimizzazione	M. Di Francesco - mdifrance@unica.it	T
Complementi di Meccanica Analitica	F. Demontis - fdemontis@unica.it	T
Teoremi globali sulle superfici	S. Montaldo - montaldo@unica.it	T
Curve piane globali	S. Montaldo - montaldo@unica.it	T

Complementi di Geometria Affine	Irene I. Onnis - irene.onnis@unica.i	T
---	--	---

Lista dettagliata TRIENNALE

[Gruppi Topologici](#)

Docente: Gianluca Bande – gbande@unica.it – tel. 070/6758533

Tipologia: Triennale

CFU=4

Prerequisiti: conoscenze del programma di un corso di base di Topologia Generale (Geometria 3).

Obiettivi: Lo studente approfondisce lo studio dei gruppi topologici appena accennati nel corso di topologia generale (Geometria 3) ed in particolare dei gruppi di Matrici.

Programma. Definizione e proprietà dei gruppi topologici. Gruppi di matrici. Esponenziale e logaritmo per le matrici. spazio tangente e dimensione. Algebra di Lie di un gruppo di matrici. Proprietà topologiche e algebre di Lie dei Gruppi classici: gruppo lineare generale (reale e complesso), gruppo ortogonale, gruppo unitario. Tori massimali.

Testi di riferimento:

- M.L. Curtis, "Matrix groups"; G. McCarthy, "Topology. An introduction with Applications to Topological Groups"
- Agustí Reventós Tarrida, Affine Maps, Euclidean Motions and Quadrics, Springer Undergraduate Mathematics Series.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (4 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (20 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

[Modelli di ottimizzazione](#)

Docente: Massimo Di Francesco – mdifrance@unica.it – tel. 070/6758519

Tipologia: Triennale

CFU=4

Prerequisiti: conoscenze di algebra lineare e calcolo delle probabilità.

Obiettivi: Lo studente è introdotto allo studio dei modelli di ottimizzazione, che consentono di estendere le conoscenze di matematica applicata ai metodi prescrittivi di supporto decisionale. In sede d'esame, lo studente dovrà dimostrare capacità di problem solving, individuando e impiegando i concetti necessari alla risoluzione di un problema decisionale.

Programma. Costruzione, risoluzione e validazione di alberi decisionali. Modelli di ottimizzazione lineare e loro risoluzione dei modelli di programmazione lineare (algoritmo del simplesso), analisi di sensitività, ottimizzazione lineare in condizioni di incertezza. Modelli di ottimizzazione discreta, l'algoritmo branch-and-bound.

Testi di riferimento: Dimitris Bertsimas and Robert Freund "Data, Models and Decisions, The fundamentals of Management Science", 2004, Dynamic Ideas (capitoli 1, 7 e 9).

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (4 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (20 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge mediante lo svolgimento di un concordato tra docente e studente e in un breve colloquio orale sugli argomenti teorici.

[Complementi di Meccanica Analitica](#)

Docente: F. Demontis - fdemontis@unica.it

Tipologia: Triennale

CFU=3+3

Obiettivi: Apprendimento di alcuni concetti di meccanica hamiltoniana che, per motivi di tempo, non vengono trattati nel corso di Meccanica 2, quali in particolare, la struttura simplettica dello spazio delle fasi hamiltoniano, l'equazione di Hamilton-Jacobi e le variabili azione-angolo. Questo corso si prefigge di rafforzare e ampliare gli obiettivi di apprendimento del corso di Meccanica 2.

Prerequisiti:

Modulo I

È necessario conoscere gli strumenti analitici e geometrici che permettano lo studio di funzioni di più variabili (derivate parziali, differenziale, studio di massimi e minimi relativi, integrali, equazioni differenziali, etc.) e di curve e superfici sia in forma parametrica che come luogo degli zeri di una o due funzioni.

Modulo II

Modulo I

Contenuti:

Modulo I

1. Principi variazionali (forma lagrangiana e hamiltoniana) e equazioni di Eulero-Lagrange. Equazioni di Hamilton.
2. Struttura simplettica dello spazio delle fasi hamiltoniano. Trasformazioni canoniche e completamente canoniche e funzioni generatrici di trasformazioni canoniche. Parentesi di Poisson.

Modulo II

3. Equazione di Hamilton-Jacobi. Separazione di variabili per l'equazione di Hamilton Jacobi. Sistemi integrabili con un grado di libertà: variabili azione-angolo. Teorema di Liouville.

Verifica dell'apprendimento: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguito da alcune domande del docente.

Testi: A. Fasano e S. Marmi, Meccanica Analitica, Bollati Boringhieri, 1993

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ciascun modulo del reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

[Teoremi globali sulle superfici](#)

Docente: Stefano Montaldo – montaldo@unica.it – tel. 070/6758539

Tipologia: Triennale

CFU=3

Prerequisiti: Geometria 4.

Obiettivi. Gli obiettivi di apprendimento del reading sono un ampliamento di quelli del corso di Geometria 4. In particolare, lo studente acquisirà enunciato e dimostrazione di alcuni teoremi fondamentali della geometria globale delle superfici.

Programma.

Superfici complete e il Teorema di Hopf-Rinow.

Prima e seconda variazione del funzionale lunghezza. Il Teorema di Bonnet.

Testi di riferimento: M.P. do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces.

Struttura: per ogni anno accademico il reading è organizzato nel modo seguente:

- nella prima parte il docente introduce il materiale (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte lo studente avrà degli incontri periodici con il docente per chiarimenti (15 ore per anno accademico)

Modalità di verifica: La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

[Curve piane globali](#)

Docente: Stefano Montaldo – montaldo@unica.it – tel. 070/6758539

Tipologia: Triennale

CFU=3

Prerequisiti: Geometria 4.

Obiettivi. Lo studente viene introdotto ad alcuni capitoli speciali della teoria delle curve.

Programma.

Proprietà globali delle curve piane: il problema isoperimetrico; il teorema dei quattro vertici.

Testi di riferimento: M.P. do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces.

Struttura: per ogni anno accademico il reading è organizzato nel modo seguente:

- nella prima parte il docente introduce il materiale (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte lo studente avrà degli incontri periodici con il docente per chiarimenti (15 ore per anno accademico)

Modalità di verifica: la prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

[Complementi di Geometria Affine](#)

Docente: Irene I. Onnis - irene.onnis@unica.it

CFU: 4

Prerequisiti: Geometria 1.

Obiettivi formativi.

Ampliamento delle conoscenze acquisite dallo studente nel corso di Geometria 2. In particolare, il reading course riprende e approfondisce alcuni argomenti importanti di Geometria Affine affrontati nel corso di Geometria 2 e ne introduce di nuovi a complemento della formazione dello studente.

Programma.

Spazi e sottospazi affini. Intersezione e somma di sottospazi. Parallelismo. Calcolo baricentrico in uno spazio affine. Dipendenza affine di punti. Riferimenti baricentrici e coordinate baricentriche di un punto; relazione tra coordinate affini e baricentriche. Rapporto semplice di tre punti, calcolo e azione delle permutazioni sui punti. I Teoremi di Talete, Ceva e Menelao. Trasformazioni affini: definizione e proprietà. Azione delle trasformazioni affini sui sottospazi affini; punti e sottospazi uniti. Caratterizzazione in termini di baricentro e rapporto semplice. Espressione matriciale. Traslazioni, omotetie e simmetrie affini. Composizione di omotetie e traslazioni. La versione affine dei Teoremi di Pappus e Desargues. Proiezioni affini. Una dimostrazione del Teorema di Talete in termini delle proiezioni.

Testi di riferimento.

M. Audin, Geometry, Universitext, Springer-Verlag

Agustí Reventós Tarrida, Affine Maps, Euclidean Motions and Quadrics, Springer Undergraduate Mathematics Series

E. Sernesi, Geometria 1, Bollati Boringhieri.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (4 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (20 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente, il quale è disponibile per delucidazioni durante l'orario di ricevimento. Al termine dell'attività di studio, lo studente sostiene un esame orale che consiste nell'esposizione alla lavagna di un argomento a scelta seguita da alcune domande del docente.

Reading Course sia per la Laurea Triennale che per la Laurea Magistrale	Referente	Tipologia
Processi stocastici applicati	M. Cannas - massimo.cannas@unica.it	T+M
Introduzione all'analisi delle reti complesse	Caterina Fenu – kate.fenu@unica.it	T+M
Metodi numerici della teoria dell'approssimazione	L. Fermo - fermo@unica.it	T+M
Geometric Analysis	A. Greco - greco@unica.it	T+M
Teoria Matematica dei Giochi	A. Iannizzotto - antonio.iannizzotto@unica.it	T+M
Introduzione alla teoria degli spazi vettoriali topologici	M. Infusino - maria.infusino@unica.it	T+M
Introduzione alle catene di Markov	Maria Infusino – maria.infusino@unica.it	T+M
CMC surfaces in the Euclidean space	S. Montaldo - montaldo@unica.it	T+M
Geometrie sferica	P. Piu - piu@unica.it	T+M
Geometrie iperbolica	P. Piu - piu@unica.it	T+M
Geometric Group Theory I	Giovanni Placini – giovanni.placini@unica.it	T+M

Geometric Group Theory II	Giovanni Placini – giovanni.placini@unica.it	T+M
La Matematica del Signal Processing 1 e 2	G. Rodriguez - rodriguez@unica.it	T+M

Lista Dettagliata TRIENNALE+MAGISTRALE

[Processi stocastici applicati](#)

Docente: Massimo Cannas – massimo.cannas@unica.it

Tipologia: Triennale e Magistrale

CFU: 3+3

Prerequisiti:

Modulo I

Calcolo delle Probabilità

Modulo II

Modulo I

Obiettivi: fornire una panoramica dei principali modelli probabilistici dinamici, con particolare attenzione alla loro simulazione in ambiente R. Per ogni modello verranno presentate alcune applicazioni notevoli.

Programma.

Modulo I

- Introduzione: il gioco di Laplace-De Moivre e la rovina del giocatore
- Catene di Markov discrete (probabilità e tempi di ingresso/ritorno, distribuzioni stazionarie e comportamento asintotico)
- Metodi computazionali: metodo montecarlo e algoritmo di Metropolis-Hastings

Modulo II

- Processo di Poisson
- Introduzione alle catene di Markov continue

Testi di riferimento:

- Privault, N. Understanding Markov Chains, 2nd Edition (2018), Springer Undergraduate Mathematics Series
- Karlin, S. Taylor, H. An introduction to Stochastic Modeling, 3rd

Edition (1998), The Academic Press

Modalità didattiche:

Per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (6 ore per anno accademico);
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (30 ore per anno accademico).

Modalità di verifica:

La verifica della preparazione avviene oralmente attraverso lo svolgimento di esercizi/codici R o Python che verranno assegnati durante il corso. È prevista inoltre la presentazione di un argomento di interesse per il quale verranno fornite indicazioni bibliografiche aggiuntive.

[Introduzione all'analisi delle reti complesse](#)

Docente: Caterina Fenu – kate.fenu@unica.it

Tipologia: Triennale/Magistrale. Il corso si articola in due moduli. Il primo è rivolto agli studenti della laurea triennale e magistrale, il secondo ai soli studenti della laurea magistrale. I due moduli possono essere seguiti in due anni diversi o nello stesso anno.

Docente: Caterina Fenu

CFU: 3+3

Prerequisiti:

Modulo I: Analisi Matematica 1, Geometria 1, Analisi Numerica.

Modulo II: Modulo I del corso, Algoritmi Numerici e Applicazioni.

Per entrambi i moduli è richiesta una conoscenza di base della programmazione Matlab.

Obiettivi formativi: Apprendimento e capacità di applicazione delle metodologie analitiche e numeriche per l'analisi delle reti complesse. Verranno introdotti e analizzati i concetti matematici che stanno alla base dello studio delle reti complesse. Verranno trattati sia esempi pratici per i quali sono applicabili algoritmi per problemi di medie/piccole dimensioni, ma anche algoritmi per problemi a larga scala, tipici della materia. Esercitazioni in laboratorio consentiranno di illustrare l'implementazione e l'efficacia delle tecniche studiate.

Programma:

Il programma, che verrà definito con precisione nel corso di questi incontri, tratterà i seguenti argomenti:

Modulo I

1. Richiami e approfondimenti di algebra lineare;

2. Grafi e reti complesse;
3. Matrici legate alla teoria delle reti complesse e loro proprietà;
4. Implementazione in Matlab degli argomenti trattati.

Modulo II

1. Introduzione e calcolo di indici di centralità;
2. Calcolo di indici di cantralità per reti di grandi dimensioni;
3. Implementazione in Matlab degli argomenti trattati.

Maggiori informazioni verranno rese disponibili sulla pagina web: <http://bugs.unica.it/~kate/>

Testi di riferimento:

- E. Estrada and P. A. Knight, A First Course in Network Theory, Oxford University Press, 2015.
- ulteriore materiale verrà indicato durante il corso.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico, ciascun modulo si articola come segue:

- nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico);
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti e attività di laboratorio (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso la preparazione di una tesina scritta che dovrà essere consegnata al docente e discussa durante una prova orale a cui seguiranno ulteriori domande da parte del docente.

[Metodi numerici della teoria dell'approssimazione](#)

Docente: Luisa Fermo – fermo@unica.it

Tipologia: Triennale/Magistrale. Il corso si articola in due moduli. Il primo è rivolto agli studenti della laurea triennale e magistrale, il secondo ai soli studenti della laurea magistrale. I due moduli possono essere seguiti in due anni diversi o nello stesso anno.

CFU = 3+3

Prerequisiti

Modulo I: Analisi Matematica 1 e 2, Geometria 1 e 2

Modulo II: Modulo I del corso, Analisi Superiore 1

Per entrambi i moduli è richiesta una conoscenza di base della Programmazione Matlab

Obiettivi formativi

Far acquisire una conoscenza operativa:

1. dei risultati della teoria dell'approssimazione e della teoria degli operatori lineari basilari per l'integrazione numerica e la risoluzione delle equazioni integrali;
2. delle metodologie nel calcolo numerico degli integrali e nella risoluzione numerica delle equazioni integrali

A conclusione del Modulo I gli studenti dovranno saper:

1. stabilire l'ordine di approssimazione di una funzione, con prefissata regolarità, mediante polinomi (algebrici e trigonometrici);
2. scegliere la formula di integrazione più adatta per approssimare un integrale sulla base della regolarità della funzione integranda e del suo dominio di integrazione.

A conclusione del Modulo II gli studenti dovranno saper:

1. applicare metodi numerici per risolvere le equazioni integrali di Fredholm di seconda specie, discutendone stabilità e convergenza;
2. implementare i relativi algoritmi (integrazione numerica e risoluzione di equazioni integrali) e essere in grado di valutare la compatibilità dei risultati numerici con le stime teoriche.

Programma

Modulo I

1. Teoria dell'approssimazione. Approssimazione di funzioni mediante polinomi algebrici e trigonometrici. Interpolazione di tipo Lagrangiano. Valutazione degli errori di approssimazione puntuale e in norma. Interpolazione polinomiale a tratti (funzioni spline). Stima dell'errore.
2. Integrazione numerica. Formule di quadratura interpolatorie, Formule di Newton-Cotes. Polinomi ortogonali e integrazione di tipo Gaussiano. Formule prodotto. Stime degli errori di integrazione. Estensione al caso bidimensionale.

Modulo II

1. Approssimazione di operatori integrali. Operatori integrali. Teorema delle serie geometriche. Operatori compatti. Teoria di Riesz-Fredholm. Approssimazione, puntuale e in norma, di operatori integrali.
2. Approssimazione numerica di equazioni integrali. Classificazione delle equazioni integrali. Equazioni integrali di Fredholm di seconda specie. Metodo di Nystrom. Metodi di proiezione (metodo di collocazione e metodo di Galerkin)

Maggiori informazioni verranno resi disponibili sulla pagina web del docente <https://bugs.unica.it/~luisa/>

Testi di Riferimento

1. Luisa Fermo, Applicable Approximation Theory (dispense)
2. Giuseppe Rodriguez, Algoritmi numerici, Pitagora Editrice Bologna
3. Giovanni Monegato, Metodi e algoritmi per il calcolo numerico, CLUT
4. Rainer Kress, Linear integral equations, Springer
5. Kendall E. Atkinson, The numerical solution of integral equations of the second kind, Cambridge University Press

Modalità didattiche: per ogni anno accademico, ciascun modulo si articola come segue:

- nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico);
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti e attività di laboratorio (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso la preparazione di una tesina scritta che dovrà essere consegnata al docente e discussa durante una prova orale a cui seguiranno ulteriori domande da parte del docente.

[Geometric Analysis](#)

Docente: A. Greco - greco@unica.it

Tipologia: Triennale + Magistrale

CFU=4

Obiettivi: The course is an introduction to the problem of determining the shape of solutions to boundary-value problems for second-order partial differential equations, mainly of elliptic type, occasionally parabolic.

Prerequisiti

Esami di Analisi Matematica 1, 2 e 3

Contenuti:

- Review of the weak maximum principle, the strong maximum principle, and the Hopf lemma.
- Some motivations for Geometric Analysis and some characteristic results: the soap bubble theorem (Aleksandrov's theorem), Serrin's overdetermined problem, the Gidas-Nirenberg symmetry result.
- Convexity of solutions to the Dirichlet problem. Quasiconvexity.
- The Morse index of a solution and its role in Geometric Analysis. Work in progress.

Verifica dell'apprendimento:

Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico indicato dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti a richiesta degli studenti. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguito da alcune domande del docente. La prova si svolge in italiano o in inglese a scelta dello studente.

Testi:

Gidas, B.; Ni, Wei-Ming; Nirenberg, L.
Symmetry and related properties via the maximum principle.
Commun. Math. Phys. 68, 209-243 (1979).

Berestycki, H.; Nirenberg, L.
On the method of moving planes and the sliding method.
Bol. Soc. Bras. Mat., Nova Sér. 22, No. 1, 1-37 (1991).

Fraenkel, L. E.
An introduction to maximum principles and symmetry in elliptic problems.
Cambridge University Press. x, 340 p. (2011).

Protter, Murray H.; Weinberger, Hans F.
Maximum principles in differential equations.
Prentice-Hall, Inc. X, 261 p. (1967).

Serrin, James
A symmetry problem in potential theory.
Arch. Ration. Mech. Anal. 43, 304-318 (1971).

Sperb, René P.
Maximum principles and their applications.
Academic Press. IX, 224 p. (1981).

Modalità didattiche. Il reading course si articola come segue:

- Il docente terrà 8 lezioni frontali in lingua inglese, della durata di due ore l'una, come introduzione agli argomenti del corso (16 ore in totale);
- Gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente se lo riterranno necessario.

[Teoria Matematica dei Giochi](#)

Docente: A. Iannizzotto - antonio.iannizzotto@unica.it

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti:

Modulo I

Analisi Matematica 1, Analisi Matematica 2, Algebra Lineare, Calcolo Combinatorio.

Modulo II

Modulo I, elementi di teoria dei grafi.

Obiettivi formativi:

1. Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente verrà introdotto alla teoria classica dei giochi e apprenderà i concetti di equilibrio e strategia, insieme ai relativi teoremi di esistenza dimostrati attraverso l'analisi multivoca.
2. Conoscenze e capacità di comprensione applicate. Lo studente applicherà i metodi astratti della teoria dei giochi a una varietà di esempi classici tratti dalle scienze sociali e dall'economia.
3. Autonomia di giudizio. Lo studente imparerà a distinguere le classi principali di giochi o interazioni competitive, classificando ogni caso concreto nella corretta categoria e applicando ad esso la migliore strategia risolutiva.
4. Abilità nella comunicazione. Frequentando il corso, confrontandosi con i testi consigliati (in italiano e in inglese), e preparando la prova di verifica, lo studente acquisterà familiarità con il linguaggio formale della teoria dei giochi e imparerà ad esporre i risultati in modo rigoroso e sintetico.
5. Capacità di apprendere. Lo studente sarà avviato, a causa della modalità del corso, verso uno studio autonomo e creativo: sulla base di alcuni esempi significativi e con opportune indicazioni bibliografiche, potrà estendere in modo indipendente la propria conoscenza della teoria dei giochi a casi più generali o complessi.

Programma:

Modulo I

Introduzione. Definizioni di gioco, strategia, scelta, utilità; teorema di rappresentazione; classificazione dei giochi; giochi con due giocatori e tabella dei payoff; dominazioni; soluzione di un gioco per eliminazione iterata.

Analisi multivoca. Definizioni di multifunzione, dominio, grafico, inversa; tipi di continuità; multifunzioni a valori chiusi, compatti, connessi, a grafico chiuso, connesso; teorema di selezione di Michael; lemma di Cellina; teoremi di punto fisso di Kakutani, Sion, Browder, Nadler; principio KKM.

Giochi non cooperativi ed equilibri di Nash. Definizione di equilibrio; distribuzioni di probabilità e strategie miste; teorema di equilibrio di Nash; ottimo di Pareto; punti di equilibrio approssimato.

Esempi e applicazioni. Pari e dispari; morra cinese; guerra dei sessi; gioco della produzione; duopolio di Cournot.

Modulo II

Giochi a somma nulla e teoria del minimax. Giochi a somma zero; punti di sella; teoremi di minimax di von Neumann, Fan-Sion, König, Ricceri.

Giochi cooperativi. Definizioni di coalizione, imputazione, nucleo, soluzione; giochi superadditivi, subadditivi; peso dei giocatori; valore di Shapley.

Giochi dinamici: Definizioni di gioco dinamico, stato, turno, storia; rappresentazione mediante grafi; adattamento delle strategie; credibilità e probabilità; soluzione bayesiana; equilibrio perfetto nei sottogiochi; teorema di Selten.

Esempi e applicazioni. Duopolio di Stackelberg; gioco dell'entrata; gioco dei ragni; dilemma liberale; dilemma del prigioniero; tiro alla fune (derivazione di alcune equazioni alle derivate parziali).

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ciascun modulo del reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Testi di riferimento:

- J.P. Aubin, *Mathematical methods of game and economic theory*, North-Holland (1979)
- J.P. Aubin, H. Frankowska, *Set-valued analysis*, Birkhäuser (2008)
- A. Iannizzotto, *Introduzione alla teoria dei giochi* (dispense 2015)

Modalità di verifica: La verifica per gli studenti della Laurea Triennale consisterà in un colloquio orale articolato in tre fra domande teoriche ed esercizi. Per gli studenti della Laurea Magistrale è suggerita una prova integrativa che prederà la forma di una dissertazione orale (seminario) o scritta (tesina) su un argomento a scelta. Ogni parte della prova sarà valutata con un voto in trentesimi, e l'esame si riterrà superato se la media aritmetica fra i voti sarà compresa fra 18/30 (preparazione sufficiente) e 30/30 (preparazione ottima). La lode sarà attribuita in caso di prove particolarmente brillanti. Saranno valutati prioritariamente: conoscenza dei contenuti, capacità di elaborazione autonoma, capacità di esposizione.

Ulteriori informazioni

Sul sito del docente all'indirizzo <http://people.unica.it/antonioiannizzotto/didattica/materiale-didattico/> verranno gradualmente rese disponibili le note del corso e altro materiale didattico.

[Introduzione alla teoria degli spazi vettoriali topologici](#)

Docente: Maria Infusino – maria.infusino@unica.it

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=4

Obiettivi formativi: apprendimento dei concetti basilari e dei risultati fondamentali della teoria degli spazi vettoriali topologici reali con particolare attenzione agli spazi localmente convessi.

Prerequisiti: conoscenze di base di analisi reale, algebra lineare e topologia generale.

Programma

- Proprietà fondamentali di uno spazio vettoriale topologico (TVS): caratterizzazione del filtro di intorni dell'origine di un TVS, Hausdorff TVS, spazi quoziente di un TVS, applicazioni lineari tra TVS e completezza di un TVS.
- Spazi vettoriali topologici di dimensione finita: caratterizzazione, proprietà e legame con TVS localmente compatti.

- Spazi localmente convessi: definizione tramite intorni dell'origine e tramite seminorme, spazi localmente convessi di Hausdorff, topologia localmente convessa più fine, topologia finita su spazi di dimensione numerabile, applicazioni lineari tra spazi localmente convessi
- Teorema di Hahn-Banach e le sue applicazioni a problemi di separazione di sottoinsiemi convessi e al problema dei momenti.

Testi di riferimento: dispense della docente basate per lo più su:

- G. Köthe, Topological vector spaces I, Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, 159, New York: Springer-Verlag, 1969.
- H.H. Schaefer, M. P. Wolff, Topological vector spaces, II edition, Graduate Texts in Mathematics, 3. Springer-Verlag, New York, 1999.
- F. Trèves, Topological Vector Spaces, distributions, and kernels, Academic Press, 1967.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- nella prima parte la docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (4 ore per anno accademico);
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (20 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: La prova orale consisterà nell'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande della docente. Il voto finale in trentesimi sarà basato sulla valutazione complessiva della conoscenza dei contenuti, della capacità di elaborazione autonoma e di esposizione dello studente.

[Introduzione alle catene di Markov](#)

Docente: Maria Infusino – maria.infusino@unica.it

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=3+3

Obiettivi formativi:

apprendimento dei concetti basilari della teoria dei processi stocastici con particolare attenzione alle catene di Markov discrete e continue.

Prerequisiti:

Modulo I

conoscenza del Calcolo delle Probabilità e delle basi dell'algebra lineare, in particolare del calcolo matriciale.

Modulo II

conoscenze acquisite nel modulo I

Programma

Modulo I

- Generalità sui processi stocastici: definizione, esempi e classificazione, confronto tra processi, stazionarietà ed ergodicità.
- Catene di Markov discrete (prima parte): definizione, matrice di transizione, distribuzioni finite, grafo associato, equazioni di Kolmogorov, rappresentazioni canoniche.

Modulo II

- Catene di Markov discrete (seconda parte): classificazione degli stati, tempi di arresto e assorbimento, irriducibilità, ciclicità, ricorrenza, ergodicità.
- Catene di Markov continue: definizione, semigrupperi di transizione, tempi di permanenza e tassi di transizione, processi puntuali e di Poisson, equazioni di Kolmogorov, convergenza all'equilibrio, reversibilità, ergodicità.

Testi di riferimento

- P. Bremaud. Markov chains, Gibbs fields, Monte Carlo simulation and queues. Springer, 2020
- D. Kannan. An introduction to Stochastic Processes. North-Holland Scientific Publisher, 1979
- S. Ross. Stochastic Processes. John Wiley & Sons, 1996
- A.K. Basu, Introduction to Stochastic Processes, Narosa Publishing House Pvt. Ltd., 2003

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ciascun modulo del reading course si articola come segue:

- nella prima parte la docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico);
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: La prova orale consisterà nell'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande della docente. Il voto finale in trentesimi sarà basato sulla valutazione complessiva della conoscenza dei contenuti, della capacità di elaborazione autonoma e di esposizione dello studente.

[Metodi di Ottimizzazione per la Classificazione](#)

Docente: Benedetto Manca - bmanca@unica.it

Tipologia: Il corso si articola in due moduli rivolti agli studenti della laurea Magistrale. I due moduli possono essere seguiti in due anni diversi o nello stesso anno.

CFU: 3+3

Prerequisiti: Ricerca Operativa, Linguaggi di Programmazione per la Matematica.

Obiettivi Formativi: Apprendimento e capacità di applicazione di metodi di ottimizzazione per la classificazione di dati e la loro analisi. Verranno introdotti e analizzati i concetti matematici che stanno alla base del problema della classificazione di punti nello spazio euclideo. Verranno introdotte tecniche di analisi dei risultati di algoritmi di classificazione che permettono di capire l'effettiva efficacia di tali algoritmi. La parte teorica verrà poi applicata a problemi reali attraverso l'implementazione di algoritmi di classificazione tramite il software Matlab o nel linguaggio di programmazione Python.

Programma:

Modulo I:

Richiami di algebra lineare, ottimizzazione lineare, analisi convessa e Matlab;

Il problema della classificazione;

Tecniche di ri-campionamento per l'analisi dei dati (k-fold cross validation);

Support Vector Machine (SVM);

Implementazione in Matlab o Python di SVM lineare e analisi dei risultati.

Modulo II:

Richiami di ottimizzazione non lineare (quadratica, semi-definita);

Metodi di ottimizzazione non lineare per la classificazione;

SVM con Kernel quadratico;

Separazione Ellissoidale e Sferica;

Implementazione di un classificatore non lineare in Matlab o Python e analisi dei risultati.

Testi di riferimento:

- Awad, Mariette, and Rahul Khanna. *Efficient learning machines: theories, concepts, and applications for engineers and system designers*. Springer nature, 2015.
- Sun, Shiliang, et al. "A survey of optimization methods from a machine learning perspective." *IEEE transactions on cybernetics* 50.8 (2019): 3668-3681.
- Materiale fornito dal docente

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ogni modulo dei reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Viene richiesta l'implementazione di alcuni classificatori lineari e non lineari utilizzando il software Matlab o Python basati sulla risoluzione di problemi di ottimizzazione. Lo studente dovrà esporre i risultati ottenuti dai diversi classificatori su dataset standard tramite una presentazione alla lavagna o attraverso slides, durante la quale il docente potrà intervenire con alcune domande.

[CMC surfaces in the Euclidean space](#)

Teacher: Stefano Montaldo – montaldo@unica.it – tel. 070/6758539

Suitable for: Student of the bachelor/master degree in mathematics

CFU:4

What is needed: Geometria 4.

Content: A surface whose mean curvature is constant but not equal to 0 is obtained when we minimize the area of a surface while preserving its volume; the sphere is a trivial example and the constant mean curvature torus discovered by H. Wente in 1984 gave geometers a powerful incentive to study such surfaces. Subsequently, many constant mean curvature surfaces were discovered using a variety of techniques. In this reading, we aim to explain various examples of constant mean curvature surfaces and the techniques for studying them.

In particular the reading is focused on Chapters 1,2,3,4,6 of the book:

Kenmotsu, Katsuei, Surfaces with constant mean curvature. Translated from the 2000 Japanese original by Katsuhiro Moriya and revised by the author. Translations of Mathematical Monographs, 221. American Mathematical Society, Providence, RI, 2003.

Structure of the reading: for each academic year the reading course is divided as follows:

- in the first part the teacher will give some lectures introducing the topics of the course (4 hours per academic year);
- in the second part the students will improve their knowledge of the course contents, meeting the teacher periodically for clarification (20 hours per academic year).

Final exam: The exam takes place on the blackboard through the presentation of a topic chosen by the student followed by some questions from the teacher.

[Introduction to algebraic geometry 1](#)

Teacher: Stefano Montaldo – montaldo@unica.it – tel. 070/6758539

Suitable for: Student of the bachelor/master degree in mathematics

CFU:3

What is needed: Geometria 1, 2 and 3. Algebra 1

Content. The reading will be focused on Chapters 1--8 of the book:

C.G. Gibson, Elementary Geometry of Algebraic Curves: an Undergraduate Introduction. Cambridge University Press.

Structure of the reading: for each academic year the reading course is divided as follows:

- in the first part the teacher will give some lectures introducing the topics of the course (3 hours per academic year);
- in the second part the students will improve their knowledge of the course contents, meeting the teacher periodically for clarification (15 hours per academic year).

Final exam: The exam takes place on the blackboard through the presentation of a topic chosen by the student followed by some questions from the teacher.

[Introduction to algebraic geometry 2](#)

Teacher: Stefano Montaldo – montaldo@unica.it – tel. 070/6758539

Suitable for: Student of the bachelor/master degree in mathematics

CFU=3

What is needed: Geometria 1, 2 and 3. Algebra 1

Content. The reading will be focused on Chapters 9--15 of the book:

C.G. Gibson, Elementary Geometry of Algebraic Curves: an Undergraduate Introduction. Cambridge University Press.

Structure of the reading: for each academic year the reading course is divided as follows:

- in the first part the teacher will give some lectures introducing the topics of the course (3 hours per academic year);
- in the second part the students will improve their knowledge of the course contents, meeting the teacher periodically for clarification (15 hours per academic year).

Final exam: The exam takes place on the blackboard through the presentation of a topic chosen by the student followed by some questions from the teacher.

[Geometrie sferica](#)

Docente: Paola Piu – piu@unica.it – tel. 070/6758522

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=3

Prerequisiti: Geometria 1, 2 e 3. Algebra 1.

Obiettivi formativi: Il corso si propone di presentare i fondamentali teoremi di geometria sferica e di confrontarli con quelli della geometria euclidea.

Programma.

- Coniche. Sezioni coniche. Trasformazioni affini e proiettive. Proprietà affini e proiettive delle coniche.
- Geometrie non euclidee.
- Geometria Sferica. Lo spazio sferico. Trasformazioni. Trigonometria sferica

Testi di riferimento:

- D.A. Brannan, M.F. Esplen, J.J. Gray, Geometry, Cambridge University Press, 2011
- M. Dedò, TRASFORMAZIONI GEOMETRICHE con una introduzione al modello di Poincaré Zanichelli/Decibel,1996.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova orale si svolge alla lavagna.

[Geometrie iperboliche](#)

Docente: Paola Piu – piu@unica.it – tel. 070/6758522

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=3

Prerequisiti: Geometria 1, 2 e 3. Algebra 1.

Obiettivi formativi: Il corso si propone di presentare i fondamentali teoremi di geometria iperbolica piana e di confrontarli con quelli della geometria euclidea.

Programma.

- Inversione. Estensione del piano. Geometria delle inversioni. Teorema fondamentale. Cerchi coassiali.
- Geometrie non euclidee.
- Geometria Iperbolica. Trasformazioni iperboliche. Distanza in geometria iperbolica. Teorema di Pitagora. Teoremi geometrici

Testi di riferimento:

- D.A. Brannan, M.F. Esplen, J.J. Gray, Geometry, Cambridge University Press, 2011
- M. Dedò, TRASFORMAZIONI GEOMETRICHE con una introduzione al modello di Poincaré Zanichelli/Decibel,1996.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova orale si svolge alla lavagna.

[Geometric Group Theory I](#)

Docente: Giovanni Placini – giovanni.placini@unica.it

Tipologia: Triennale + Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti: conoscenze del programma di corsi di base di Teoria dei Gruppi (Algebra 2).

Obiettivi: Lo studente approfondisce lo studio dei gruppi introdotto nel corso di Algebra 2 attraverso lo studio di grafi.

Programma: Il programma, soprattutto quello del secondo modulo, è indicativo e può variare a seconda della preparazione e dell'interesse dello studente.

Modulo I: Presentazioni di gruppi (gruppi liberi, generatori e relazioni, gruppi finitamente presentati).

Costruzione di gruppi: estensioni, prodotti liberi, amalgamati, diretti e semidiretti.

Grafi. Alberi. Grafi di Cayley e loro proprietà immediate. Caratterizzazione dei gruppi liberi in termini di grafi di Cayley.

Modulo II: Richiami su azioni di gruppo. Numero di orbite di un'azione. Grafi di Cayley tramite azioni.

Spanning tree di un'azione. Caratterizzazione dei gruppi liberi tramite azioni su alberi. Sottogruppi di gruppi liberi, di prodotti liberi di gruppi finiti e di gruppi finitamente generati.

Ping-Pong Lemma. Possibili approfondimenti sul gruppo $SL(2, \mathbb{Z})$ e alternativa di Tits.

Testi di riferimento: Clara Loeh, "Geometric Group Theory. An introduction."

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ogni modulo del reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

[Geometric Group Theory II](#)

Docente: Giovanni Placini – giovanni.placini@unica.it

Tipologia: Triennale + Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti: conoscenze del programma di corsi di base di Teoria dei Gruppi (Algebra 2), teoria geometrica dei gruppi (Reading course Geometric Group Theory I) spazi metrici (Geometria 3) e topologia generale (Geometria 3).

Obiettivi: Lo studente approfondisce lo studio dei gruppi introdotto nel corso di Algebra 2 attraverso strumenti geometrici.

Programma: Il programma, soprattutto quello del secondo modulo, è indicativo e può variare a seconda della preparazione e dell'interesse dello studente.

Modulo I: Quasi-isometrie di spazi metrici. Caratterizzazione delle quasi-isometrie come embedding con immagine densa. Proprietà degli embedding quasi-isometrici. Quasi-isometrie di gruppi. Invarianza rispetto all'insieme dei generatori. Esempi. Spazi quasi geodetici. Realizzazione geometrica dei grafi. Lemma di Švarc–Milnor. Applicazioni del Lemma di Švarc–Milnor.

Modulo II: Invarianti per quasi-isometrie e proprietà geometriche. Funzioni di crescita e tipi di crescita. La crescita di un gruppo è una proprietà geometrica. Gruppi con crescita polinomiale ed esponenziale (cenni).

Testi di riferimento: Clara Loeh, "Geometric Group Theory. An introduction."

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ogni modulo del reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

[La Matematica del Signal Processing 1 e 2](#)

Docente: Giuseppe Rodriguez

Tipologia: Triennale/Magistrale. Il corso si articola in due moduli. Il primo è rivolto agli studenti della laurea triennale e magistrale, il secondo ai soli studenti della laurea magistrale. I due moduli possono essere seguiti in due anni diversi o nello stesso anno.

CFU: 3+3

Prerequisiti:

Modulo I: Analisi Matematica 1 e 2, Geometria 1 e 2, Analisi Numerica,

Modulo II: Modulo I del corso, Analisi Superiore 1. Algoritmi Numerici e Applicazioni

Per entrambi i moduli è richiesta una conoscenza di base della programmazione Matlab.

Obiettivi formativi:

Apprendimento e capacità di applicazione di alcuni metodi matematici tipici dell'analisi dei segnali. Verranno inoltre presentati modelli e problemi applicativi in cui tali metodologie vengono di norma utilizzate. Esercitazioni in laboratorio consentiranno di illustrare l'implementazione e l'efficacia delle tecniche studiate.

Programma:

Il programma verrà definito con precisione nel corso delle lezioni, gli argomenti principali sono:

Modulo I

1. segnali a tempo discreto, sistemi lineari invarianti rispetto al tempo, campionamento;
2. la trasformata Z, risposta in frequenza, equazioni alle differenze.

Modulo II

1. progettazione di filtri;
2. la trasformata di Fourier discreta e le sue applicazioni, la FFT.

Maggiori informazioni verranno rese disponibili sulla pagina web: <http://bugs.unica.it/~gppe/>

Testi di riferimento:

- A.V. Oppenheim and R.W. Schaffer. Discrete-Time Signal Processing. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N. J., 1989.
- W.L. Briggs and V.E. Henson. The DFT, An Owner's Manual for the Discrete Fourier Transform. SIAM, Philadelphia, 1995.
- ulteriore materiale verrà indicato durante il corso.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico, ciascun modulo si articola come segue:

- nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico);
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti e attività di laboratorio (15 ore per anno accademico).

Modalità d'esame: tesina e prova orale.

MAGISTRALE

Reading Course solo per la Laurea Magistrale	Referente	Tipologia
Introduzione alla teoria di Hodge	Gianluca Bande - gbande@unica.it	M
Forme differenziali	G. Bande – gbande@unica.it	M
Introduzione all'Algebra Universale	Hector Freytes - hfreytes@gmail.com ; Stefano Bonzio - stefano.bonzio@unica.it	M
Introduzione ai modelli di mistura finita	S.Columbu - silvia.columbu@unica.it	M
Statistica Bayesiana	S.Columbu - silvia.columbu@unica.it	M
Introduzione all'Analisi Non Lineare	A. Iannizzotto - antonio.iannizzotto@unica.it	M
Metodi di Ottimizzazione per la Classificazione	Benedetto Manca - bmanca@unica.it	M
Elementi di Relatività Generale e Cosmologia	S.Mignemi - smignemi@unica.it	M

Metodi statistici avanzati per l'Intelligenza Artificiale (Advanced statistical methods for Artificial Intelligence)	Monica Musio - mmusio@unica.it	M
Algebra Omologica	Giovanni Placini – giovanni.placini@unica.it	M
Sistemi Dinamici	Cornelis Van Der Mee – cornelis110553@gmail.com	M

Lista Dettagliata

[Introduzione alla teoria di Hodge](#)

Docente: Gianluca Bande - gbande@unica.it

Tipologia: Magistrale

CFU=3

Prerequisiti

Geometria Differenziale e Geometria Riemanniana.

Obiettivi

Lo studente viene introdotto alla cosiddetta "Teoria di Hodge", un tema molto importante nella moderna geometria, a cavallo tra Geometria Differenziale, Geometria Riemanniana e Geometria Algebrica. Gli obiettivi di apprendimento del reading partono da un approfondimento delle forme differenziali e Coomologia di de Rham, studiate in Geometria Differenziale, per giungere all'apprendimento dei concetti fondamentali della Teoria di Hodge .

Programma

Forme differenziali. Coomologia di de Rham su una varietà differenziabile. Operatore di Laplace-Beltrami. Forme armoniche. Teorema di decomposizione di Hodge.

Testi di riferimento

S. Morita, Geometry of Differential forms, American Mathematical Society

G. Naber, Geometry, Topology and Gauge Fields, Springer

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica

Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di uno o più argomenti tra quelli indicati nel programma.

Forme differenziali

Docente: Gianluca Bande - gbande@unica.it

Tipologia: Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti:

- Modulo I: Geometria 4
- Modulo II: Modulo I, Geometria 4

Obiettivi

Lo studente viene introdotto ad alcuni capitoli speciali di forme differenziali. Gli obiettivi di apprendimento della lettura sono un'estensione di quelli del corso Geometria differenziale. In particolare, lo studente dovrà conoscere alcuni dei teoremi fondamentali sulle forme differenziali e sulla coomologia di De Rham.

Programma.

- Modulo I: Algebra lineare esterna; la coomologia di De Rham; complessi di catene e la loro coomologia; la successione di Myer-Vietoris;
- Modulo II: omotopia; applicazioni della teoria di De Rham.

Testi di riferimento: From calculus to cohomology: De Rham cohomology and characteristic classes, Ib Madsen e Jorgen Tornehave, Cambridge University Press.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico, ciascun modulo si articola come segue:

- nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico);
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti e attività di laboratorio (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

[Introduzione all'Algebra Universale](#)

Docenti: Hector Freytes - hfreytes@gmail.com; Stefano Bonzio - stefano.bonzio@unica.it

Tipologia: Magistrale

CFU = 3

Prerequisiti. Si presuppone che lo studente conosca i temi trattati nel corso di Logica Matematica (laurea magistrale), in particolare ordini, reticoli e algebre di Boole. E' inoltre presupposta una conoscenza delle strutture algebriche: gruppi e anelli.

Programma. Ordini e reticoli, reticoli distributivi e modulari. Le costruzioni algebriche fondamentali: sottoalgebre, prodotti e quozienti (modulo congruenze). I teoremi di isomorfismo e di corrispondenza per le congruenze. Congruenze fattore, algebre direttamente indecomponibili, prodotti sottodiretti e algebre sottodirettamente irriducibili. Varietà e teorema HSP di Birkhoff. Algebre libere. Condizioni di Mal'cev.

Testo di riferimento. Burris & Sankappanavar. *A course in Universal Algebra*, Millennium Edition (liberamente scaricabile, per volontà degli autori, alla pagina <http://www.math.hawaii.edu/~ralph/Classes/619/univ-algebra.pdf>). Capitoli 1 e 2.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica. Prova orale che verterà sui principali argomenti del corso.

Ulteriori Informazioni. Nel corso del seminario di presentazione i docenti comunicheranno il dettaglio delle parti del testo che gli studenti dovranno affrontare.

[Introduzione ai modelli di mistura finita](#)

Docente: Silvia Columbu

Tipologia: Magistrale

CFU: 3

Prerequisiti: Statistica e (preferibilmente) Modelli Statistici

Obiettivi: Gli obiettivi del corso sono quelli di introdurre ai principi della teoria dei modelli di mistura finita visti anche come metodi di classificazione (analisi in classi latenti). Verranno forniti gli strumenti teorici principali per la definizione dei modelli.

Inoltre, lo studente dovrà apprendere i metodi di stima considerando sia aspetti teorici che computazionali, tramite anche l'utilizzo di appositi pacchetti su R. Per le applicazioni su R saranno previsti degli incontri in cui verranno illustrati i pacchetti e le loro principali funzionalità.

Programma:

Verranno dedicate 3 ore all'introduzione del corso e 15 ore ad incontri periodici in cui verranno discussi gli argomenti del corso ed effettuate attività di laboratorio.

- Definizione di modello di mistura finita per dati discreti e continui
- Estensione ai modelli in classi latenti
- Stime di massima verosimiglianza tramite algoritmi EM (Expectation-Maximization)
- Implementazione su R dell'algoritmo EM
- Inferenza sui parametri del modello e selezione del modello
- Utilizzo dei pacchetti R mclust, flexmix e polCA

Testi di riferimento:

McLachlan G.J. & Peel D. (2000), Finite Mixture Models, Wiley, New York.

Ingrassia S., Greselin F., Morlini I. Modelli Mistura e Algoritmo EM (2008) (Dispense)

Collins L. M., Lanza S. T. (2009) Latent Class and Latent Transition Analysis: With Applications in the Social, Behavioral, and Health Sciences. John Wiley & Sons: Wiley Series in Probability and Statistics

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di Verifica:

Lo studente prepara una tesina basandosi sul materiale fornito dal docente. La tesina verrà esposta oralmente, durante l'esposizione potranno essere rivolte allo studente ulteriori domande. Il docente è disponibile per qualsiasi chiarimento, e per discutere sulla preparazione dell'elaborato. Gli studenti interessati sono pregati di contattare il docente all'inizio dell'anno accademico via posta elettronica all'indirizzo silvia.columbu@unica.it per consentire al docente di programmare con sufficiente anticipo le attività.

Statistica Bayesiana

Docente: S. Columbu– silvia.columbu@unica.it

Tipologia: Magistrale

CFU=3+3

Obiettivi: Fornire le nozioni di base dell'impostazione bayesiana all'inferenza statistica ed illustrare, in tale ottica, alcuni modelli di ampio utilizzo.

Prerequisiti: Esami di Calcolo delle Probabilità e Statistica

Contenuti:

Modulo I

- Impostazione soggettiva della probabilità
- Definizione e condizione di coerenza
- Richiami sulla funzione di verosimiglianza e il principio di verosimiglianza
- Inferenza statistica dal punto di vista bayesiano
- Analisi di semplici modelli statistici
- Scelta della distribuzione iniziale

Modulo II

- Procedure inferenziali bayesiane
- Metodi computazionali MCMC
- Implementazioni su R

Verifica dell'apprendimento: La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

Il docente è disponibile per qualsiasi chiarimento, e per discutere sulla preparazione dell'elaborato. Gli studenti interessati sono pregati di contattare il docente all'inizio dell'anno accademico via posta elettronica all'indirizzo silvia.columbu@unica.it per consentire al docente di programmare con sufficiente anticipo le attività.

Testi: Dispense di Brunero Liseo, Introduzione alla statistica bayesiana

[Introduzione all'Analisi Non Lineare](#)

Docente: Antonio Iannizzotto – antonio.iannizzotto@unica.it

Tipologia: Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti:

Modulo I

Nel corso saranno date per acquisite le seguenti nozioni:

- Equazioni alle derivate parziali: definizioni, classificazione, definizioni di soluzione classica e debole;
- Analisi funzionale: spazi di Banach astratti, spazi riflessivi, topologia debole, operatori lineari, spazi di Lebesgue, spazi di Sobolev;
- Topologia: spazi compatti, connessi, convessi, gruppi di omologia.

Modulo II

Modulo I

Obiettivi formativi:

Lo studente viene introdotto ai metodi variazionali per problemi ai valori al contorno per equazioni alle derivate parziali del secondo ordine ellittiche non lineari. Alla conclusione del corso, lo studente deve

- conoscere enunciati e dimostrazioni dei principali teoremi astratti della disciplina;
- essere in grado di applicarli a problemi anche diversi da quelli presentati nel corso;
- essere in grado di accedere alla letteratura scientifica corrente sulla materia.

Programma:

Modulo I

1. Teoria dei punti critici: calcolo differenziale in spazi di Hilbert; metodi diretti del calcolo delle variazioni; principio variazionale di Ekeland; metodi di min-max; lemma di deformazione; condizione di Palais-Smale; teorema del passo di montagna; teorema dei tre punti critici; teorema del punto di sella; teoria di Morse; gruppi critici; indice di Morse; relazioni fondamentali.

2. Teoria del grado: grado di Brouwer; teorema del punto fisso di Brouwer; lemma di Amann; grado topologico per operatori monotoni; invarianza per omotopie; grado di un operatore gradiente; teorema di Rabinowitz.

Modulo II

3. Il problema di Dirichlet non lineare: soluzioni deboli; stime a priori; regolarità; principi del massimo e del confronto; autovalori e autofunzioni; formule di Courant-Fischer.

4. Metodi variazionali: funzionale dell'energia; esistenza per problemi sublineari; esistenza per problemi asintoticamente lineari mediante confronto con gli autovalori o calcolo dei gruppi critici; condizione di Ambrosetti-Rabinowitz; esistenza per problemi superlineari; molteplicità mediante identità di Morse.

5. Metodi topologici: operatore del problema di Dirichlet; studio della monotonia e della compattezza; esistenza mediante grado topologico; confronto con i metodi variazionali; molteplicità; reazioni concavo-convesse, logistiche.

Testi di riferimento:

• D. Motreanu, V.V. Motreanu, N.S. Papageorgiou, Topological and variational methods with applications to nonlinear boundary value problems, Springer (2014)

• A. Iannizzotto, Analisi non lineare (in preparazione)

Ulteriori informazioni: Contattare il docente all'indirizzo: antonio.iannizzotto@unica.it o consultare il sito <http://people.unica.it/antonioiannizzotto/> per materiale didattico e chiarimenti.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ciascun modulo del reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: dissertazione orale (seminario) o scritta (tesina) a cura dello studente; colloquio valutativo finale.

[Elementi di Relatività Generale e Cosmologia](#)

Docente Salvatore Mignemi – smignemi@unica.it

Tipologia: Magistrale

CFU=3

Obiettivi: Studio delle applicazioni della Teoria della Relatività Generale a problemi di astrofisica. Questo corso si prefigge di approfondire gli argomenti trattati nel corso di Relatività e discutere le principali soluzioni delle equazioni di Einstein.

Prerequisiti: È necessario conoscere la Relatività Ristretta e i fondamenti del calcolo tensoriale, oltre a nozioni elementari di Geometria Differenziale.

Contenuti: Simmetrie e vettori di Killing. Soluzione di Schwarzschild e buchi neri. Cosmologia. Onde gravitazionali.

Modalità didattiche: per ogni anno accademico il reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Verifica dell'apprendimento: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguito da alcune domande del docente.

Testi: H. Stefani, General Relativity, Cambridge Un. Press

[Metodi statistici avanzati per l'Intelligenza Artificiale \(Advanced statistical methods for Artificial Intelligence\)](#)

Docente: Monica Musio – mmusio@unica.it – tel. 070/6758531

Tipologia: Magistrale

Lingua: Italiano e/o Inglese

CFU=6

Prerequisiti: Modelli Statistici

Obiettivi e programma: Il corso fornirà un'introduzione a una serie di diversi metodi statistici utili nei problemi con grandi moli di dati o legate a tematiche dell'Intelligenza Artificiale, tra cui le reti bayesiane e l'inferenza causale, i metodi di riduzione della dimensionalità, il deep learning.

Modalità di verifica: lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

[Algebra Omologica](#)

Docente: Giovanni Placini – giovanni.placini@unica.it

Tipologia: Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti: conoscenze del programma di corsi di base di teoria delle categorie (Algebra superiore, Reading Course Teoria delle Categorie) e algebra omologica (Algebra Superiore).

Obiettivi: Lo studente approfondisce lo studio dell'algebra omologica e dei funtori Ext e Tor.

Programma:

Modulo I: Mappe di catene indotte tra risoluzioni proiettive. Funtori derivati a sinistra. Proprietà dei funtori derivati. Il funtore Tor. Indipendenza dalla scelta della risoluzione proiettiva. Horseshoe lemma e conseguenze. Assiomi di Tor.

Modulo II: Assiomi di Eilenberg-Steenrod. Funtori derivati a destra. Il funtore Ext. Indipendenza dalla scelta della risoluzione proiettiva. Conseguenze del Horseshoe lemma. Assiomi di Ext.

Testi di riferimento: Joseph J. Rotman, "An Introduction to Homological Algebra".

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ciascun modulo del reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo studente si prepara in maniera autonoma sul materiale didattico fornito dal docente. Il docente è disponibile per chiarimenti durante l'orario di ricevimento. La prova si svolge alla lavagna tramite l'esposizione di un argomento a scelta dello studente seguita da alcune domande del docente.

Sistemi dinamici

Docente: Cornelis van der Mee – cornelis110553@gmail.com

Tipologia: Magistrale

CFU:3+3

Prerequisiti

Modulo I

Il corso presuppone una buona conoscenza degli argomenti di base dell'analisi matematica e dell'algebra lineare del primo biennio della laurea triennale.

Modulo II

Si presuppone la conoscenza degli argomenti del Modulo I.

Obiettivi

Far acquisire una conoscenza operativa delle equazioni differenziali non lineari alle derivate parziali di tipo stazionario ed evolutivo pertinenti alla fisica matematica, in particolare i sistemi dinamici e quelli integrabili.

Programma

Modulo I

- Equazioni di Hamilton: Richiami, esempi, impostazione simplettica, trasformazioni canoniche in forma simplettica, parentesi di Poisson e di Lagrange in forma simplettica, lagrangiana e hamiltoniano per i sistemi continui.

- Punti di equilibrio: Sistemi autonomi, derivata di Lie, classificazione dei punti di equilibrio, esempi (pendolo con dissipazione, ecc.).
- Stabilità secondo Liapunov: Definizione, stabilità delle soluzioni di $y_0=Ay$, teoremi di Liapunov e di Perron, esempi (pendolo, pendolo più rotazione, oscillazioni smorzate, Lotka-Volterra).
- Stabilità dei sistemi discreti: cicli, teorema delle contrazioni, esempi (Newton-Raphson, mappa logistica, shift di Bernoulli, insieme di Mandelbrot, congettura di Collatz), biliardi, teorema di Sarkovskii.

Modulo II

- Biforcazioni e cicli-limite: Criterio di Bendixson, teorema di Poincaré-Bendixson, biforcazioni di Hopf, esempi (Van der Pol, modello logistico di Verhulst, oscillatore di Lorenz).
- Frattali: Insieme di Cantor e varianti, caratteristiche dei frattali, dimensione di Hausdorff.
- Equazioni integrabili: introduzione storica, coppie AKNS, inverse scattering transform per le equazioni di Korteweg-de Vries e Schroedinger non lineare, trasformazioni tra opportune equazioni integrabili.

Testi di riferimento

C. Lanczos, The variational Principle of Mechanics, fourth ed., Dover Publ., New York, 1970.

Appunti del docente (<http://krein.unica.it/~cornelis/DIDATTICA/FISMAT2/fonfismat20.pdf>).

C. van der Mee, Nonlinear Evolution Models of Integrable Type, SIMAI e-books, Vol. 11, 2013 (<http://krein.unica.it/~cornelis/RICERCA/PAPERS/190.pdf>).

Modalità didattiche: per ogni anno accademico ciascun modulo del reading course si articola come segue:

- Nella prima parte il docente terrà delle lezioni frontali di introduzione agli argomenti del corso (3 ore per anno accademico)
- nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (15 ore per anno accademico).

Modalità di verifica

La valutazione avviene mediante un esame orale da condurre online utilizzando Microsoft Teams oppure in presenza.