

Reading Course – Anno Accademico 2025/26

I reading course sono attività formative erogate dal CdS. Le studentesse e 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 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 24 ottobre 2025 le studentesse e gli studenti dovranno inviare una mail con oggetto “scelta reading course 25/26” ai Docenti del Reading che intendono seguire.

Nella lista sono presenti tre categorie:

1. quelli offerti solo per le Studentesse e gli Studenti del CdS Triennale,
2. quelli offerti per le Studentesse e gli Studenti sia del CdS Triennale che per quello Magistrale,
3. quelli offerti per le Studentesse e gli Studenti del CdS Magistrale.

Su richiesta, le informazioni sui reading course (dubbi, domande, chiarimenti sull'esame), potranno essere fornite anche 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.

Sommario

Elenco Reading Courses – CdS triennale	2
Gruppi Topologici	2
Modelli di Ottimizzazione	3
Teoremi globali sulle superfici	4
Curve piane globali	4
Complementi di Geometria affine	5
Introduzione all’analisi delle reti complesse	6
La classificazione topologica delle superfici	7
Elenco Reading Courses CdS triennale + magistrale	8
Algebra Universale	8
CMC surfaces in the Euclidean space	8
Geometria iperbolica	9
Geometria sferica	10
Geometric Group Theory I	11
Geometric Group Theory II	11
Ideali e spettro primo di un anello commutativo (modulo 1)	12
Ideali e spettro primo di un anello commutativo (modulo 2)	13
Introduzione alla Teoria degli spazi vettoriali topologici	14

La matematica del Signal Processing 1 e 2	15
Processi stocastici discreti	16
Introduzione alla Teoria dei Giochi	17
Introduction to algebraic geometry 1	19
Introduction to algebraic geometry 2	20
Lattices and ordered sets.....	20
Metodi numerici della teoria dell'approssimazione.....	21
Teoria dei reticoli e degli ordini	22
Elenco Reading Courses – CdS magistrale	23
Introduzione alla Teoria di Hodge.....	23
Forme differenziali.....	24
Introduzione all'algebra universale.....	25
Introduzione ai modelli di miscela infinita	25
Statistica Bayesiana	27
Introduzione all'Analisi Non Lineare	27
Elementi di Relatività Generale e Cosmologia	29
Geometrie Lorentziane.....	29
Algebra Omologica	30
L'anello di coomologia.....	31

Elenco Reading Courses – CdS 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.

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.

Introduzione all'analisi delle reti complesse

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

Tipologia: Triennale.

CFU: 3

Prerequisiti:

Analisi Matematica 1, Geometria 1, Analisi Numerica.

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 esempi pratici per i quali sono applicabili algoritmi per problemi di medie/piccole dimensioni. 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.

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:

- 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 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.

La classificazione topologica delle superfici

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

Tipologia: Triennale

CFU=4

Prerequisiti: nozioni di base di topologia (Geometria 3).

Obiettivi: Saper dimostrare un risultato fondamentale sulle varietà topologiche in bassa dimensione: la classificazione delle superfici a meno di omeomorfismi!

Programma: La topologia quoziente, varietà topologiche in dimensione 2, varietà con bordo, triangolazioni, azioni di gruppo proprie e discontinue e loro quozienti, orientabilità, classificazione delle superfici topologiche.

Testi di riferimento: Appunti forniti dal docente; W. S. Massey, "A basic course in Algebraic Topology".

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/le studenti/esse perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti (20 ore per anno accademico).

Modalità di verifica: Lo/a studente/essa 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/a studente/essa seguita da alcune domande del docente.

Elenco Reading Courses CdS triennale + magistrale

Algebra Universale

Docente: Stefano Bonzio - stefano.bonzio@unica.it

Tipologia: Triennale + Magistrale

CFU = 3 (parte I) + 3 CFU (parte II)

Prerequisiti. Si presuppone che lo studente conosca i temi trattati nel corso di Algebra 2 (teoria dei gruppi e degli anelli). Una conoscenza basilare della Logica Matematica è utile benché non necessaria.

Programma.

Parte I. 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.

Parte II. Somme di Plonka e varietà regolari: sistemi diretti semireticolari e teorema di decomposizione di Plonka, varietà regolari e regolarizzate (elementi sottodirettamente irriducibili, sottovarietà e basi equazionali), bisemireticolari involutivi generalizzati. Dualità per varietà regolari.

Metodi didattici. Il docente terrà un breve seminario di presentazione dei contenuti del corso. Gli studenti studieranno il materiale in autonomia, richiedendo, se necessario per l'apprendimento, alcuni incontri di delucidazione con il docente.

Testi di riferimento.

Parte I: C. Bergman. *Universal Algebra*. Pure and Applied Mathematics series CRC Press, 2012.

In particolare: Capitolo 1, Capitolo 2 (sezioni 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4), Capitolo 3 e Capitolo 4 (sezioni 4.3 e 4.4).

Parte II: C. Bergman. *Universal Algebra*. Pure and Applied Mathematics series CRC Press, 2012. In particolare: sezione 4.5.

S. Bonzio, F. Paoli e M. Pra Baldi. *Logics of Variable inclusion*, Springer Trends in Logic (volume 59), 2022. In particolare: Capitoli 2 e 3.

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.

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 Katsuhiko 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.

Geometria iperbolica

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.

Geometria 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.

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.

Ideali e spettro primo di un anello commutativo (modulo 1)

Tipologia: T+M

Docente: Laura Cossu (laura.cossu3@unica.it)

CFU: 3

Prerequisiti:

Nel corso saranno date per acquisite le nozioni apprese nei corsi di Algebra 1, Algebra 2 e Geometria 3 (topologia generale) della laurea triennale in matematica.

Obiettivi formativi:

Il corso approfondisce le costruzioni fondamentali sugli ideali in anelli commutativi e introduce lo spettro primo con le sue proprietà funtoriali.

Programma:

Ideali di anelli commutativi: Ideali primi e massimali, ideale radicale nilpotente, ideale di Jacobson.

Operazioni sugli ideali e ideale radicale. Estensione e contrazione di ideali.

Definizione dello spettro primo di un anello commutativo e studio delle sue proprietà funtoriali.

Testi di riferimento:

- M. F. Atiyah, I. G. MacDonald, "Introduction to Commutative Algebra".
- Note: "Lo spettro primo di un anello" di Carmelo Antonio Finocchiaro, disponibili online al seguente link https://www.mat.uniroma2.it/~gavarini/page-web_files/mat-didat_data/dispense-ecc/Spec-Carmelo.pdf

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 (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 verifica dell'apprendimento avviene mediante un colloquio orale alla lavagna, in cui lo studente espone un argomento precedentemente concordato con la docente. La preparazione si svolge in autonomia sul materiale didattico fornito, con possibilità di chiarimenti durante l'orario di ricevimento. L'esposizione è seguita da domande integrative finalizzate a valutare la comprensione critica dei contenuti. Il voto finale in trentesimi sarà basato sulla valutazione complessiva della conoscenza dei contenuti, della capacità di elaborazione autonoma e di esposizione dello studente.

Ideali e spettro primo di un anello commutativo (modulo 2)

Tipologia: T+M

Docente: Laura Cossu (laura.cossu3@unica.it)

CFU: 3

Prerequisiti:

Nel corso saranno date per acquisite le nozioni apprese nei corsi di Algebra 1, Algebra 2 e Geometria 3 (topologia generale) della laurea triennale in matematica, nonché i contenuti del corso "Ideali e spettro primo di un anello (modulo 1)".

Obiettivi formativi:

Il corso introduce e studia le proprietà topologiche dello spettro primo di un anello commutativo.

Programma:

Proprietà topologiche dello spettro primo di un anello commutativo (compattezza, chiusura e proprietà di separazione, Irriducibilità, connessione). Caratterizzazione degli anelli il cui spettro è uno spazio noetheriano. Lo spettro primo dell'anello delle funzioni continue su uno spazio compatto di Hausdorff.

Testi di riferimento:

- M. F. Atiyah, I. G. MacDonald, "Introduction to Commutative Algebra".
- Note: "Lo spettro primo di un anello" di Carmelo Antonio Finocchiaro, disponibili online al seguente link https://www.mat.uniroma2.it/~gavarini/page-web_files/mat-didat_data/dispense-ecc/Spec-Carmelo.pdf

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 (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 verifica dell'apprendimento avviene mediante un colloquio orale alla lavagna, in cui lo studente espone un argomento precedentemente concordato con la docente. La preparazione si svolge in autonomia sul materiale didattico fornito, con possibilità di chiarimenti durante l'orario di ricevimento. L'esposizione è seguita da domande integrative finalizzate a valutare la comprensione critica dei contenuti. 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 alla Teoria degli spazi vettoriali topologici

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

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=4

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

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

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, topologica 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.

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.

Processi stocastici discreti

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

Tipologia: Triennale e Magistrale

CFU: 3

Prerequisiti:

- Calcolo delle Probabilità; Processi stocastici (opzionale)

Obiettivi: studio di alcuni particolari processi stocastici discreti.

Programma.

0. Catene di Markov discrete (ripasso teoria di base e metodi computazionali MCMC). Tre temi da scegliere tra i seguenti:
 1. Phase-type distributions
 2. Synchronizing automata
 3. Hidden Markov Models
 4. Markov Decision Processes
 5. Modello di Ising

Testi di riferimento:

- Privault, N. Discrete Stochastic Processes, Springer Undergraduate Mathematics Series (2024)
- Per ripasso: Privault, N. Understanding Markov Chains (2nd Edition), SUMS (2018)
- Altro materiale sarà disponibile su Team

Modalità didattiche:

Nella prima parte il docente terrà delle lezioni tradizionali di introduzione agli argomenti del corso. Nella seconda parte gli studenti perfezioneranno la loro conoscenza dei contenuti del corso, incontrando il docente periodicamente per chiarimenti.

Modalità di verifica:

Svolgimenti di esercizi assegnati e presentazione di un argomento di interesse da concordare con il docente.

Introduzione alla Teoria dei Giochi

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

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti:Modulo I

Calcolo combinatorio, calcolo differenziale e integrale, ottimizzazione delle funzioni di più variabili

Modulo II

Algebra lineare, elementi di teoria dei grafi.

La frequenza è raccomandata agli studenti del terzo anno della Laurea Triennale o a quelli della Laurea Magistrale.

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)
- 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.

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.

Lattices and ordered sets

Instructor: Stefano Bonzio - stefano.bonzio@unica.it

Level: (both) undergraduate and master

CFU = 3 + 3.

Prerequisites: for undergraduate students Algebra 1 and 2 are required (group and ring theory).

Topics and contents:

First part (3 CFU). Orders and lattices, complete lattices, modular, distributive lattices and Boolean algebras.

Chapters 1, 2 and 3 of the book (see below).

Second part (3 CFU). Representation theorem for the finite case (duality between finite posets and distributive lattices), congruence lattices, prime and maximal ideals, representation theorem (the general case).

Chapters 5,6,10 and 11 of the book (see below).

Teaching methods. The teacher will give a short seminar to present the course contents. Students will study the material independently, requesting, if necessary for learning, some clarification meetings with the teacher.

Teaching material. Davey & Priestley. Introduction to Lattices and Orders, Cambridge.

Examination. Oral interview.

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.

Teoria dei reticoli e degli ordini

Docente: Stefano Bonzio - stefano.bonzio@unica.it

Tipologia: Triennale e Magistrale

CFU = 3 + 3.

Prerequisiti. Allo studente della laurea Triennale si richiede che abbia sostenuto gli esami di Algebra 1 e 2.

Programma.

Prima parte (3 CFU). Insiemi ordinati, reticoli e reticoli completi, reticoli modulari, distributivi e Algebre di Boole.

Cap.1, 2 e 3 del testo di riferimento.

Seconda parte (3 CFU). Teorema di rappresentazione nel caso finito (dualità tra poset finiti e reticoli distributivi), reticoli di congruenze, ideali primi e massimali, teorema di rappresentazione nel caso generale.

Cap. 5,6,10 e 11 del testo di riferimento.

Metodi didattici. Il docente terrà un breve seminario di presentazione dei contenuti del corso. Gli studenti studieranno il materiale in autonomia, richiedendo, se necessario per l'apprendimento, alcuni incontri di delucidazione con il docente.

Testo di riferimento. Davey & Priestley. Introduction to Lattices and Orders, Cambridge.

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

Elenco Reading Courses – CdS magistrale

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

Docente: Stefano Bonzio - stefano.bonzio@unica.it

Tipologia: Triennale + 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. È 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 infinita

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

Prerequisiti: Esami di Calcolo delle Probabilità e Statistica

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

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

- 1. 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;
- 2. 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;
- 3. 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-convexe, 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

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

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.

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

Geometrie Lorenziana

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

Tipologia: Triennale/Magistrale

CFU=3+3

Prerequisiti

Modulo I: Algebra lineare e calcolo differenziale.

Modulo II: Modulo I.

Obiettivi formativi

Il reading course introduce lo studente alla geometria differenziale classica delle curve in spazi pseudo-Euclidei.

Programma

Modulo I

- Spazi pseudo-Euclidei e spazio di Lorentz Minkowski. Trasformazioni pseudo-ortogonali e isometrie pseudo-Euclidee. Isometrie nello spazio di Lorentz-Minkowski n-dimensionale.
- Teoria locale delle curve in spazi Lorentziani.

Modulo II

- Elementi di teoria locale delle superfici nello spazio di Lorentz Minkowski.

Testi di riferimento

I.T. Couto, A. Lymberopoulos. Introduction to Lorentz Geometry: Curves and Surfaces. Taylor & Francis Ltd.

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.

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.

L'anello di coomologia

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

Tipologia: Magistrale

CFU=3+3

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

Obiettivi: Approfondire lo studio della coomologia e della sua struttura di anello.

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

Modulo I: Definizione di coomologia. Definizione del funtore Ext. Teorema dei coefficienti universali. Coomologia della coppia, omomorfismi indotti, invarianza omotopica, escissione, assiomi, altre coomologie e sequenza di Mayer-Vietoris. Calcoli espliciti della coomologia di alcuni spazi.

Modulo II: Cup product, l'anello di coomologia, spazi con anello di coomologia speciale. L'anello di coomologia di un prodotto cartesiano. L'anello di coomologia degli spazi proiettivi. Ulteriori applicazioni.

Testi di riferimento: Allen Hatcher, "Algebraic Topology", W. S. Massey, "A basic course in Algebraic Topology", materiale fornito dal docente.

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/a studente/essa 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/a studente/essa seguita da alcune domande del docente.