Università del Salento

Facoltà di scienze matematiche, fisiche e naturali

Consiglio Didattico di Matematica

Laurea in Matematica

Programmi dei corsi

Anno Accademico 2017-2018

Indice

I anno

1.1 Algebra I

Semestre: I **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/02

Docente: Francesco Catino

Breve presentazione e obiettivi del corso: Il corso ha come obiettivo principale l'acquisizione di competenze di base nell'ambito delle strutture algebriche, in particolare dei gruppi. Particolare cura è data alla comprensione delle argomentazioni e al rigore nella presentazione dei concetti e dei ragionamenti.
The main objective of the course is the acquisition of basic skills in the context of algebraic structures, particularly of the groups. Particular attention is given to the understanding of the arguments and rigor in the presentation of the concepts and reasoning.

Programma delle lezioni:
Insiemi, sottoinsiemi, coppie, funzioni. Relazioni di equivalenza e teorema sugli insiemi quoziente. Divisibilità, proprietà euclidea degli interi, massimo comun divisore, teorema dell'algoritmo euclideo, numeri primi, lemma di Euclide, teorema fondamentale dell'aritmetica, congruenze modulo un intero, il piccolo teorema di Fermat, il teorema di Wilson. Struttura quoziente associata ad una congruenza modulo un intero. Semigruppi, monoidi, gruppi. Sottogruppi e caratterizzazioni dei sottogruppi di un gruppo. Teorema di Lagrange. Ordine di un elemento di un gruppo e alcune sue proprietà. Teorema di Eulero-Fermat e nuova dimostrazione del teorema di Wilson. La nozione di isomorfismo. Congruenze di una struttura algebrica. Omomorfismi, monomorfismi, epimorfismi. Teorema generale d'omomorfismo. Gruppi simmetrici. Descrizione delle orbite di una permutazione. Cicli e teorema sulla decomposizione di una permutazione in cicli disgiunti. Caratterizzazione

delle permutazioni simili. Elementi coniugati di un gruppo. Equivalenza associata ad un sottogruppo. Sottogruppi normali e congruenza associata. Teoremi di omomorfismo. Teorema di corrispondenza per i gruppi quoziente. I teoremi di Sylow.

Sets, subsets, ordered pair, functions. Equivalence relations and theorem on quotient sets. Divisibility, the division algorithm, greatest common divisor, thorem of Euclidean algorithm, prime numbers, the fundamental theorem of Aritmetic, congruence modulo an integer, Fermat's little theorem, Wilson's theorem. Quotient structure associated with a congruence modulo an integer. Semigroups, monoids and groups. Subgroups and its caracterizations. Lagrange's theorem. The order of an element of a groups and some of its properties. Euler-Fermat's theorem and a new proof of Wilson's theorem. The notion of isomorphism. Congruences of a algebraic structure. Homomorphisms, monomorphisms, epimorphisms. The homomorphism theorem for algebraic structures. Symmetric groups. The orbits of a permutation. Cyclic permutations and theorem on the decomposition of a permutation in disjoint cycles. Similar permutations. Conjugate elements of a groups. Equivalence associated with a subgroups. Normal subgroups. Homomorphism' s theorems of a group. Sylow Theorems

Risultati di apprendimento previsti:

- conoscenze da acquisire:

Possedere una solida preparazione con un ampio spettro di conoscenze di base di tipo algebrico.

- abilità da acquisire:

* essere in grado di produrre semplici dimostrazioni rigorose di risultati matematici non identici a quelli già conosciuti, ma chiaramente correlati ad essi,

* essere in grado di formalizzare matematicamente problemi di moderata difficoltà, in modo da facilitare la loro analisi e risoluzione;

* essere capaci di leggere e comprendere, in modo autonomo, testi di base di Algebra.

Prerequisiti: Non è richiesto alcun prerequisito.

Propedeuticità: Nessuna.

Testi di riferimento:

Franciosi, S., de Giovanni, F., Elementi di Algebra, Aracne Editrice, Roma, 1992

Dikranjan, D., Lucido, M.S., Aritmetica e algebra, Liguori Editore, Napoli, 2007

Robinson, D.J.K., An Introduction to Abstract Algebra, Walter de Gruyter, Berlin, 2003

Russo, A., Numeri, Gruppi, Polinomi, Aracne Editrice, Roma, 2007

Sono previste delle note per il corso.

Metodi d'esame: L'esame finale consiste di una prova scritta e di una prova orale. Gli studenti che ottengono la sufficienza alla prova scritta in un appello possono presentarsi alla prova orale non più tardi dell'appello successivo. Se lo studente non supera la prova orale è tenuto a rifare la prova scritta. Sono, inoltre, previste due prove di valutazione intermedia (esoneri), la prima delle quali si terrà nel mese di novembre e la seconda subito dopo la fine del corso. Gli studenti che ottengono la sufficienza in entrambe le prove sono esonerati dal sostenere la prova scritta fino alla sessione di settembre e potranno presentarsi al più due volte alla prova orale, utilizzando l'esonero. Gli studenti dovranno prenotarsi per l'esame finale, sia alla prova scritta e sia alla prova orale, utilizzando esclusivamente le modalità on-line previste dal sistema VOL.

Orario di ricevimento: Martedi dalle 15 alle 17 (durante il periodo delle lezioni) e per appuntamento.

1.2 Analisi Matematica I (Mathematical Analysis I)

Semestre: I **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/05

Docente: Elisabetta Mangino

Breve presentazione e obiettivi del corso: Il corso ha come obiettivo principale l'acquisizione di competenze di base nell'ambito dell' analisi matematica, ed in particolare dei concetti di limiti, continuità, derivabilità per funzioni reali di variabile reale.
The main purpose of the course is the acquisition of basic knowledges in mathematical analyis, such as limits, continuity, differentiability for one-variable real functions.

Programma delle lezioni:
Nozioni introduttive. Sistema dei numeri reali: assiomi algebrici e dell'ordinamento; maggioranti, minoranti, insiemi limitati inferiormente, superiormente, massimo, minimo; esistenza estremo superiore, inferiore e caratterizzazioni. Proprietà archimedea. Densità di Q in R. Principio d'induzione. Combinatoria.
Numeri complessi
Funzioni: dominio, codominio, iniettività, suriettività, funzioni inverse, monotonia, limitatezza. Grafico di una funzione. Funzioni elementari e loro grafici.
Limiti di successioni e di funzioni. Successioni reali, estratte, teorema sul limite delle successioni monotone, successioni di Cauchy. Teorema di Bolzano Weierstrass. Definizione di limite per funzioni. Limite destro e sinistro. Caratterizzazione del limite di funzioni tramite limiti di successioni. Teorema sulle operazioni con i limiti. Teorema sul limite delle funzioni monotone.Teorema sul limite di funzioni composte. Teoremi di confronto per i limiti. Funzioni continue. Punti di discontinuità. Limiti delle funzioni elementari e limiti notevoli. Infinitesimi ed infiniti. Asintoti.
Funzioni continue. Teoremi degli zeri, dei valori intermedi, di Weierstrass. Caratterizzazione della continuità di funzioni monotone. Continuità della funzione inversa. Funzioni uniformemente continue. Teorema di Heine-Cantor.
Derivazione. Derivata, derivata destra e sinistra. Interpretazione geometrica, retta tangente. Punti angolosi e cuspidali. Regole di derivazione: somma, prodotto, quoziente,

funzione composta, funzione inversa. Derivate delle funzioni elementari. Teorema di Fermat. Teoremi di Rolle, Lagrange, Cauchy. Studio della monotonia tramite la derivata. Funzioni con derivata identicamente nulla. Estremi locali. Teorema di de L'Hopital. Derivate successive. Convessità. Polinomio di Taylor. Condizioni necessarie e sufficienti per estremi locali. Studio del grafico di una funzione.

Integrazione indefinita. Primitiva, integrale indefinito, integrazione per parti e per sostituzione. Integrali funzioni razionali. Alcune formule di ricorrenza. Sostituzioni razionalizzanti.

Basic notions: *Real numbers fields and order axioms, upper and lower bounded sets, maximum, minimum, upper bound, lower bound, least upper bound, Archimedean property. Density of Q in R. Induction. Elements of Combinatorics.*

Complex numbers.

Functions: domain, image, injectivity, surjectivity, inverse functions, monotonicity, bounded functions, graph. Elementary functions.

Limits of sequences and functions: *Real sequences, subsequences, monotonic sequences, Cauchy sequences, Bolzano-Weierstrass Theorem. Limit of one-variable real valued functions. Right and left limits. Characterization of the limit of a function through sequences. Limit of a monotonic function. Comparison tests for limits. Continuous functions. Discontinous functions. Asymptotics.*

Continuous functions: *Existence of zeros. Intermediate value Theorem. Weierstrass Theorem. Continuity of monotonic functions. Continuity of the inverse function. Uniformly continuous functions. Heine-Cantor theorem.*

Differential Calculus. *Derivatives right and left derivatve. Geometrical Interpretation of the derivative. Derivative of sums, products and quotients. Chain rule. Derivative of the inverse function. Derivatives of elementary functions. Fermat, Lagrange, Rolle, Cauchy Theorems. Applications to the study of monotonicity and to local extremes of a function. L'Hopital rule. Upper order derivative. Convexity. Talylor polynomials. Applications to the study of the graph of a functions.*

Indefinite Integration: *Primitives, integration by parts and by substitution. Integrals* *of rational functions.*

Prerequisiti: Nozioni di base di trigonometria, sulle disequazioni algebriche, irrazionali, sui sistemi di disequazioni.

Propedeuticità: Nessuna.

Testi di riferimento:

A.Albanese, A. Leaci, D. Pallara. Appunti del Corso di Analisi Matematica I. Disponibile online

J.Cecconi, L. Stampacchia, Analisi Matematica Vol.1, Liguori

E. Giusti, Analisi Matematica I, Bollati-Boringhieri

G. Gilardi, Analisi I, Mc Graw Hill.

Marcellini, Fusco, Sbordone, Analisi Matematica I, Liguori.

Marcellini, Sbordone, Esercitazioni di Matematica, Vol. I

E. Giusti, Esercizi e Complementi di Analisi Matematica I, Bollati-Boringhieri.

Metodi d'esame: L'esame finale consiste di una prova scritta e di una prova orale. Gli studenti che ottengono la sufficienza alla prova scritta in un appello possono presentarsi alla prova orale non più tardi dell'appello successivo ed una sola volta. Se lo studente non supera la prova orale è tenuto a sostenere nuovamente la prova scritta. Sono, inoltre, previste due prove di valutazione intermedia (esoneri), la prima delle quali si terrà nel mese di novembre e la seconda subito dopo la fine del corso. Gli studenti che ottengono almeno 15 in entrambe le prove e la media del 18 sono esonerati dal sostenere la prova scritta nel periodo d'esame gennaio-febbraio 2018 e potranno presentarsi al più due volte alla prova orale sempre nel periodo gennaio-febbraio 2018, utilizzando l'esonero. Gli studenti dovranno prenotarsi per l'esame finale, sia alla prova scritta e sia alla prova orale, utilizzando esclusivamente le modalità on-line previste dal sistema VOL.

Orario di ricevimento: Per appuntamento da concordare per posta elettronica inviando una e-mail a elisabetta.mangino@unisalento.it.

1.3 Geometria I (Geometry I)

Semestre: I **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/03

Docente: Mauro Biliotti

Breve presentazione e obiettivi del corso: Il corso ha come obiettivo principale l'acquisizione di competenze di base nell'ambito geometrico. Particolare cura è data alla comprensione delle argomentazioni e al rigore nella presentazione dei concetti e dei ragionamenti.

The main purpose of the course is the acquisition of basic skills in geometry. Particular attention is given to the understanding of the arguments and to the exactness in the presentation of the concepts and proofs.

Programma delle lezioni:

Strutture algebriche: gruppi, anelli e campi. Matrici: operazioni tra matrici. Determinanti. Definizione di vettore. Operazioni con i vettori. Dipendenza lineare e suo significato geometrico. Concetto di base. Base ortonormale. Prodotto scalare, vettoriale e misto. Rappresentazioni di un piano e di una retta. Mutua posizione tra rette e piani nello spazio. Spazi vettoriali: definizioni e proprietà. Funzioni tra spazi vettoriali. Applicazioni lineari: definizione e proprietà. Autovalori e autovettori: definizioni e proprietà . Complemento ortogonale di un sottospazio. Endomorfismi simmetrici.

Algebraic structures: groups, rings and fields. Matrices. Determinants. Operations with vectors. Scalar product, vector and mixed. Linear dependence and its geometrical meaning. Bases and orthonormal bases. Representations of a plane and a line. Mutual position between lines and planes. Vector spaces: definitions and properties. Functions between vector spaces. Linear applications: definition and properties. Eigenvalues and eigenvectors: definitions and properties. Orthogonal complement of a subspace. Symmetric endomorphisms.

Prerequisiti: Non è richiesto alcun prerequisito.

Propedeuticità: Nessuna.

Testi di riferimento:

A. Sanini, Lezioni di Geometria, Editrice Levrotto & Bella, Torino.

A. Sanini, Esercizi di Geometria, Editrice Levrotto & Bella, Torino.

Appunti del corso.

Metodi d'esame: L'esame finale consiste di una prova scritta e di una prova orale. Gli studenti che ottengono la sufficienza alla prova scritta in un appello possono presentarsi alla prova orale entro sei mesi dalla prova scritta. Se lo studente non supera la prova orale è tenuto a rifare la prova scritta. Sono, inoltre, previste due prove di valutazione intermedia (esoneri), la prima delle quali si terrà nel mese di novembre. Gli studenti che ottengono la sufficienza in entrambe le prove sono esonerati dal sostenere la prova scritta fino alla sessione di settembre e potranno presentarsi al più due volte alla prova orale, utilizzando l'esonero. Gli studenti dovranno prenotarsi per l'esame finale, sia alla prova scritta e sia alla prova orale, utilizzando esclusivamente le modalità on-line previste dal sistema VOL.

Orario di ricevimento: Lunedi e Mercoledi dalle 9.00 alle 11.00. Negli altri giorni per appuntamento via e-mail.

1.4 Analisi Matematica II (Mathematical Analysis II)

Semestre: II **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/05

Docente: Eduardo Pascali

Breve presentazione e obiettivi del corso: Il corso è il naturale prolungamento del corso di Analisi Matematica I. Obiettivo principale è quello di proporre lo studio, l'interpretazione e l'utilizzo cosciente e preciso di alcuni concetti e strumenti teorici e tecnici matematici fondamentali per i successivi corsi di Matematica e non solo.
The course is the natural extension of the first course of Mathematical Analysis. The main goal is the study, the interpretation and the conscious use of some of the ideas, of the theoretical and tecnical instruments that are fundamental in the sequel of the mathematicals studies.

Programma delle lezioni:
Serie numeriche. Le principali definizioni (serie regolari; convergenti, divergenti); condizione necessaria per una serie convergente; criterio di Cauchy; serie geometrica; serie armonica ed armonica generalizzata. Serie a termini non negativi; serie assolutamente convergenti e proprietà; criteri del confronto, del rapporto e criterio del rapporto asintotico; criterio della radice; criterio di condensazione di Cauchy ; criterio di Leibniz per le serie di segno alterno; osservazioni sul riordinamento di una serie).
Funzioni integrabili secondo Riemann. Funzioni costanti a tratti; proprietà algebriche; integrale di funzioni costanti a tratti e proprietà (solo alcune dimostrate); definizione di funzione integrabile secondo Riemann; Criteri di integrabilità; proprietà dell'integrale (solo alcune dimostrate); Integrabilità delle funzioni monotone e delle funzioni continue su intervalli chiusi e limitati; alcune osservazioni generali. Integrali definiti su intervalli e proprietà. Convergenza puntuale ed uniforme per successioni di funzioni teorema del passaggio al limite sotto il segno di integrale. Teoremi della media. Calcolo integrale Primitive di una funzione e proprietà; teorema fondamentale del calcolo integrale. Integrali estesi ad intervalli del tipo [a(x), b(x)]; formula di Taylor con resto integrale Integrali in senso generalizzato; varie definizioni criteri di integrabilità; esempi critici.

Funzioni di più variabili. Cenni di topologia in R^n (palle, sfere; aperti, chiusi, chiusura, interno; insiemi connessi, connessi per poligonali; convessi, stellati); successioni in R^k; convergenza e prorpietà caratterizzanti; altre proprietà; teorema dei valori intermedi; funzioni reali di più variabili, funzioni vettoriali; limiti e continuità.

Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Funzione differenziabile; derivata direzionale; derivata parziale; differenziabilità implica continuità; teorema del differenziale totale; vettore gradiente di una funzione; Differenziale nullo in un insieme connesso implica funzione costante; derivate parziali d'ordine superiore; teorema di Schwarz ; Hessiano; formula di Taylor ; punti stazionari; punti di minimo/massimo e relative considerazioni utilizzando l'Hessiano (forme quadratiche, autovalori, classificazione delle forme quadratiche e loro utilizzo); definizione di funzione convessa. Jacobiano per una funzione vettoriale.

Curve. Definizioni generali (aperte, chiuse, semplici, regolari, regolari a tratti); curve equivalenti; piano tangente e versore tangente; curve cartesiane; poligonale inscritta; curve rettificabili; lunghezza di una curva e proprietà; ascissa curvilinea, le curve regolari sono rettificabili e calcolo delle lunghezza; curve regolari equivalenti hanno la stessa lunghezza. Curve in coordinate polari. Composizione di curve. Integrali di linea. Definizione per una funzione e per una funzione vettoriale e principali relative proprietà.

Campi Vettoriali Conservativi Definizione; primitiva (potenziale) di un campo; campi conservativi e loro caratterizzazione; condizione di chiusura; teorema di Poincaré (s.d.); metodi per la determinazione di una primitiva per un campo conservativo; primitive locali.

Series; Riemann integration for real functions of one variable; Differential calculus for real functions of many variable; vectorial functions: continuity and differenziability. Curves; Integral of lines; Conservative vector fields.

Prerequisiti: Gli argomenti del Corso di Analisi Matematica I.

All the arguments of the first course of Mathematical Analysis.

Propedeuticità: Analisi Matematica I.

Testi di riferimento:

G.Gilardi: Analisi I/II Mc.Graw Hill;

R. Fiorenza Analisi Mat. I/II Liguori

E.Pascali Appunti del corso;

A.Albanese, A.Leaci, D.Pallara: Appunti del corso di Analisi Mat. II;

M.Carriero, L.De Luca: Appunti di Analisi Mat. II

Metodi d?esame: Prova scritta e prova orale

Orario di ricevimento: Da stabilire, nei giorni e nelle ore non occupate da lezioni e su appuntamento.

1.5 Geometria II (Geometry II)

Semestre: II **CFU**: 9 **Ore**: **SSD**: MAT/03

Docente: Giovanni Calvaruso

Breve presentazione e obiettivi del corso (in italiano e in inglese): L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente l'acquisizione delle conoscenze di base nell'ambito dell'Algebra Lineare e della Geometria Proiettiva nel piano con particolare riguardo allo studio delle coniche.
The main purpose of the course is to provide students with the acquisition of basic skills in the field of Linear Algebra and Planar Projective Geometry with particular focus on the study of the conics.

Programma dettagliato delle lezioni: Forme bilineari: Definizione, proprietà ed esempi. Lo spazio vettoriale delle forme bilineari. Rappresentazione matriciale e formula del cambiamento di base. Rango di una forma bilineare. Forme bilineari e simmetriche. Forme quadratiche. Identità di polarizzazione. Ortogonalità. Forme lineari. Teorema di rappresentazione di Riesz. Complemento ortogonale e somma diretta ortogonale. Basi ortogonali. Prodotto scalare e spazio vettoriale euclideo: Proprietà ed esempi. Norma e distanza. Disuguaglianza di Schwarz, disuguaglianza triangolare. Insiemi ortogonali e insiemi ortonormali. Basi ortonormali. Procedimento di ortonormalizzazione di Gram-Schmidt. Proiezione ortogonale. Applicazione aggiunta ed endomorfismi simmetrici in uno spazio vettoriale euclideo: Applicazione aggiunta. Endomorfismi simmetrici. Autovalori ed autovettori di un endomorfismo simmetrico. Teorema spettrale per endomorfismi simmetrici. Forma quadratica associata ad un endomorfismo simmetrico. Trasformazioni ortogonali: Caratterizzazione ed esempi. Gruppo ortogonale. Classificazione delle trasformazioni ortogonali negli spazi vettoriali euclidei in dimensione 2 e 3. Teorema di Eulero sulle rotazioni. Movimenti (isometrie): Caratterizzazione ed esempi. Classificazione dei movimenti negli spazi vettoriali metrici di dimensione 2 e 3. Coniche: Piano proiettivo.

Riferimento proiettivo e coordinate proiettive. Trasformazioni proiettive. Coniche: definizione ed esempi. Classificazione proiettiva delle coniche. Polarità ortogonale. Teorema di reciprocità. Punti interni ed esterni di una conica. Centro, diametri e asintoti di una conica. Classificazione affine delle coniche. Assi, fuochi e direttrici. Classificazione metrica delle coniche. Riduzione a forma canonica dell'equazione di una conica. Fasci di coniche. Introduzione alle curve algebriche piane.

Programma delle lezioni (in inglese):
Bilinear Forms: Definition, properties and examples. The vector space of bilinear forms. Representation by matrix and the base-change formula. Rank of a bilinear form. Symmetric bilinear forms. Quadratic forms. Orthogonality. Linear functionals. The Riesz representation theorem. Orthogonal complements and orthgonal direct sum. Orthogonal basis. Sylvester's law of inertia. Real inner product spaces: Definition and examples. Norm and distance. The Schwarz inequality. The triangle inequality. Orthogonal and orthonormal sets. Orthonormal basis. The Gram-Schmidt orthnormalization process. Orthogonal projection. The adjoint of a linear transformation and the self-adjoint linear transformation: The adjoint of a linear transformation. Self-adjoint linear transformations. Eigenvalues and eigenvectors of a self-adjoint linear transformation. The spectral theorem for self-adjoint linear transformations. Associated quadratic form of a self-adjoint linear transformation. Orthogonal transformation (linear isometries): Definition and examples. Characterization of the orthogonal transformations. The orthogonal group. Classification of the orthogonal transformations in a real inner product space of dimension 2 or 3. The Euler's rotation theorem. Isometries: Definition and examples. Characterization of the isometries. Classification of the isometries in a metric vector space of dimension 2 or 3. 13 Conics: Projective plane. Projective frame and projective coordinates. Projectivities. Conics: definition and example. Projective conic classification. Orthogonal polarity. Reciprocity theorem. Internal and external points of a conic. Center, diameters and asymptotes of a conic. Affine conic classification. The isometry group of the plane. Axes, Vertices, Foci and directrices. Metric classification of conics. Reduction of a conic to its canonical

form. Pencil of conics. Introduction to planar algebraic curves.

Prerequisiti: Aver sostenuto l'esame di Geometria I.

Prerequisites: Successful completion of Geometry I exam.

Propedeuticità: Geometria I

Testi di riferimento:

A. Sanini, Lezioni di Geometria, Editrice Levriotto & Bella.

A. Sanini, Esercizi di Geometria, Editrice Levriotto & Bella.

M. Stoka, Corso di Geometria Cedam, Terza edizione, 1995.

M. Stoka, V. Pipitone, Esercizi e problemi di Geometria 1, Cedam 1999.

E. Sernesi, Geometria 1, Bollati Boringhieri 1999.

http://www.matfis.unisalento.it/scheda_personale/-/people/alessandro.montinaro/materiale

Martinelli, Lezioni di Geometria, Ed. Veschi, Roma, 1972

G. Vaccaro, Elementi della teoria delle curve e superficie, Ed. Veschi, Roma.

Metodi d'esame:

L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale. Gli studenti dovranno prenotarsi per sostenere l'esame, sia alla prova scritta che alla prova orale, utilizzando esclusivamente le modalità online previste dal sistema VOL.

Exam type: The exam consists of a written test and an oral test. Students will have to register for the exam, both for the written and the oral test, accessing only through the online registration forseen by the VOL system.

Orario di ricevimento: Definito l'orario del corso indicherò due ore settimanali di ricevimento. Sarò disponibile anche fuori da tali ore, previo appuntamento.

1.6 Fisica Generale I (Introduction to Classical Mechanics)

Semestre: II **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: FIS/01

Docente: Ivan De Mitri

Breve presentazione e obiettivi del corso: Cinematica e dinamica del punto materiale. Moti relativi. Dinamica dei sistemi di punti materiali. Dinamica del corpo rigido. Gravitazione.

Particle kinematics and dynamics. Relative motion. Dynamics of systems of particles. Dynamics of rigid bodies. Gravitation.

Programma delle lezioni:

Generalità sul Metodo Scientifico. Grandezze Fisiche e loro misura. Analisi dimensionale. Sistemi di unità di misura. Cenni di teoria degli errori. Richiami di calcolo vettoriale.

Generalità sulla cinematica del punto materiale. Moti rettilinei. Velocità media e istantanea. Accelerazione media e istantanea. Moto rettilineo uniforme. Moto rettilineo uniformemente accelerato. Moto verticale di un grave. Moto armonico semplice. Moto rettilineo smorzato esponenzialmente. Moti nel piano: posizione, velocità e accelerazione. Moto circolare. Moto di un proiettile. Moti nello spazio. Composizione di moti.

Principio d'inerzia. Concetto di forza. Leggi di Newton. Quantità di moto. Risultante delle forze. Reazioni vincolari. Classificazione delle forze. Forza peso. Forze di attrito. Forza elastica. Il pendolo semplice. Lavoro. Potenza. Energia cinetica. Lavoro di vari tipi di forze. Forze conservative. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Momento angolare. Momento della forza. Forze centrali. Esempi e applicazioni.

Sistemi di riferimento. Velocità e accelerazioni relative. Sistemi di riferimento inerziali. Relatività galileiana. Moti di trascinamento rettilinei e rotatori. Forze fittizie. Accelerazione di Coriolis. Cenni di relatività ristretta: trasformazioni di Lorentz.

Sistemi di punti materiali. Forze interne ed esterne. Centro di massa. Teorema del moto del centro di massa. Conservazione della quantità di moto. Conservazione del momento

angolare. Teoremi di Koenig. Teorema dell'energia cinetica. Urti tra punti materiali. Urti elastici e anelastici.
Proprietà e moto di un corpo rigido. Rotazioni attorno ad un asse fisso in un sistema inerziale. Momento d'inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Pendolo composto. Moto di puro rotolamento. Teorema di Poinsot. Ellissoide d'inerzia. Giroscopi. Corpo rigido libero. Statica.
Proprietà dell'oscillatore armonico. Oscillatore armonico smorzato. Oscillatore armonico forzato. Risonanza.
Forza gravitazionale. Leggi di Keplero. Massa inerziale e massa gravitazionale. Campo gravitazionale. Energia potenziale. Traiettorie in un campo gravitazionale. Moti di satelliti e pianeti.

Introduction to Physics. Physical quantities, standards and units. Measurements and related uncertainties. Basic vector calculus.
Particle kinematics. Motion in one dimension. Average and instantaneous velocity. Linear motion with constant velocity. Linear motion with constant acceleration. Free falling bodies. Motion in two or three dimensions. Uniform circular motion. Projectile motion. Harmonic oscillations. Dumped oscillations.
Force, mass and Newton's laws. Linear momentum. Frictional forces. Tension and normal forces. Elastic forces. Pendulum. Work and kinetic Energy. Conservative forces. Potential energy. Conservation of mechanical Energy. Angular momentum. Torque. Central forces.
Reference frames. Relative velocity and acceleration. Inertial reference frames. Fictitious forces. Coriolis acceleration. Introduction to special relatività. Lorentz trasformations.
Systems of particles. Internal and external forces. Center of mass. Center of mass motion and conservation of linear momentum. Conservation of angular momentum. Koenig's theorems. Two particle systems. Elastic and inelastic collisions.
Rigid body. Rotation around a fixed axis in an inertial reference frame. Theorem of Huygens-Steiner. Combined rotational and translational motions. Poinsot theorem. Poin-

sot's ellipsoid. Gyroscope motion. Statics.

Harmonic oscillator. Dumped harmonic oscillator. Forced harmonic oscillator. Resonance.

Gravitational force. Kepler's laws. Inertial and gravitational mass. Gravitational field. Potential energy. Trajectory in a gravitational field. Motion of satellites and planets.

Prerequisiti: Conoscenze di base di algebra, geometria e analisi matematica.

Propedeuticità: Nessuna.

Testi di riferimento:

P. Mazzoldi, M.Nigro, C. Voci: Fisica - Volume I, Edises.

C. Mencuccini, V.Silvestrini: Fisica i, Liguori Editore.

S. Focardi, I. Massa, A.Uguzzoni: Fisica generale - Meccanica, Casa Editrice Ambrosiana.

D. Halliday, R. Resnick, K.S. Krane: Fisica 1, Casa Editrice Ambrosiana.

Metodi d'esame: Prova scritta e colloquio.

Orario di ricevimento: 2 ore/settimana in orario da stabilirsi.

1.7 Programmazione (Computer Programming)

Semestre: II **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: INF/01

Docente: Vittorio Bilò

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso intende avviare alla programmazione, ossia all'uso del calcolatore per la soluzione automatica di problemi computazionali. Dopo aver fornito una breve introduzione all'architettura hardware dei calcolatori e alla rappresentazione dell'informazione, si procede con lo studio approfondito del linguaggio di programmazione C.

The course aims at providing an introduction to programming, that is, to the usage of computers for the automatic solution of computational problems. After giving a brief introduction to the hardware architecture of computers and to the information representation, a deep overview of the C programming language is provided.

Programma delle lezioni:

1) Rappresentazione dell'informazione. Notazione binaria, ottale, esadecimale. Conversioni di base. Rappresentazione dei umeri relativi e decimali. Precisione del calcolo ed errore di approssimazione. Codifica del testo: codici ASCII e UNICODE. Codifica di immagini, audio e video.

2) Hardware e Software. Architettura di un calcolatore: modello di J. von Neumann. Linguaggi di programmazione. Compilatori e Interpreti.

3) Linguaggio C Introduzione al linguaggio. Input/Output formattato. Espressioni. Comandi di selezione. Cicli. Tipi di base. Array. Funzioni. Organizzazione di un programma. Puntatori. Puntatori e array. Stringhe. Il preprocessore. Come scrivere programmi complessi. Strutture, unioni e enumerazioni. Uso avanzato dei puntatori. Dichiarazioni. Progettazione di un programma. Programmazione di basso livello. La standard library. Input/Output. Libreria di supporto per dati numerici e alfanumerici.

1) Information representation. *Binary, octal and hexadecimal numbers. Conversions. Representing relative and decimal numbers. Machine precision and approximation errors.*

Coding of a text: ASCII and UNICODE codes. Coding images, audio and videos.

2) Hardware and Software. *Computer architecture: J. von Neumann's model. Programming languages. Compilers and Interpreters.*

3) C Language. *C Fundamentals. Formatted Input/Output. Expressions. Selection Statements. Loops. Basic Types. Arrays. Functions. Program Organization. Pointers. Pointers and Arrays. Strings. The Preprocessor. Writing Large Programs. Structures, Unions, and Enumerations. Advanced Uses of Pointers. Declarations. Program Design. Low-Level Programming. The Standard Library. Input/Output. Library Support for Numbers and Character Data.*

Prerequisiti: Nessuno.

Propedeuticità: Nessuna.

Testi di riferimento: Kim N. King. Programmazione in C. Apogeo

Metodi d'esame: Prova scritta.

Orario di ricevimento: Per appuntamento.

II anno

2.8 Algebra II

Semestre: I **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/02.

Docente: Maria Maddalena Miccoli

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso ha come obiettivo principale l'acquisizione di competenze di base nell'ambito delle strutture algebriche, in particolare degli anelli. Particolare cura è data alla comprensione delle argomentazioni e al rigore nella presentazione dei concetti e dei ragionamenti.
The main objective of the course is the acquisition of basic skills in the context of algebraic structures, particularly of the rings. Particular attention is given to the understanding of the arguments and rigor in the presentation of the concepts and reasoning.

Programma delle lezioni:

Definizione di anello ed esempi. Proprietà elementari degli anelli. Domini d'integrità, corpi e campi. Sottoanelli ed ideali. Teorema di omomorfismo per gli anelli. Ideali primi e massimali. Campo dei quozienti di un dominio d'integrità. Elementi algebrici e trascendenti. Anello dei polinomi. Domini euclidei. Domini ad ideali principali. Massimo comun divisore, Elementi irriducibili. Polinomi irriducibili, Criterio di Eisenstein e altri criteri di irriducibilità. Scomposizione in irriducibili. Sottocampo primo di un campo. Caratteristica di un campo. Esistenza di radici. Polinomio minimo. Grado di un'estensione. Campo di spezzamento di un polinomio. Descrizione dei campi finiti. Sottocampi di un campo. Costruzioni con riga e compasso.
Definition and elementary properties of rings. Integral domains, division rings and fields. Subrings and ideals. The Homomorphism thorem. The field of fractions of an integral do-

main. Algebraic and trascendental elements.Euclidean domains. Principal ideal domains. Greatest common divisor. Irriducible elements. Irriducible polynomial, Eisenstein'criterion and others criterions for irreducibility. Unique factorization in integral domains. Roots of polynomials and splitting fields. Minimal polynominials. Algebraic extensions. Characteristic of finite field. The fondamental theorem of finite fields.

Risultati di apprendimento previsti:

- conoscenze da acquisire:

Possedere una solida preparazione con un ampio spettro di conoscenze di base di tipo algebrico.

- abilità da acquisire:

* essere in grado di produrre semplici dimostrazioni rigorose di risultati matematici non identici a quelli già conosciuti, ma chiaramente correlati ad essi,

* essere in grado di formalizzare matematicamente problemi di moderata difficoltà, in modo da facilitare la loro analisi e risoluzione;

* essere capaci di leggere e comprendere, in modo autonomo, testi di base di Algebra.

Prerequisiti: Gli argomenti del corso di Algebra I e le nozioni di base di algebra lineare.

Propedeuticità: Algebra I.

Testi di riferimento:

Franciosi, S., de Giovanni, F., Elementi di Algebra, Aracne Editrice, Roma, 1992

Dikranjan, D., Lucido, M.S., Aritmetica e algebra, Liguori Editore, Napoli, 2007

Robinson, D.J.K., An Introduction to Abstract Algebra, Walter de Gruyter, Berlin, 2003

Russo, A., Numeri, Gruppi, Polinomi, Aracne Editrice, Roma, 2007

Sono previste delle note per il corso.

Metodi d'esame: L'esame finale consiste di una prova scritta e di una prova orale. Gli studenti che ottengono la sufficienza alla prova scritta in un appello possono presentarsi alla prova orale non più tardi dell'appello successivo. Se lo studente non supera la prova orale è tenuto a rifare la prova scritta. Gli studenti dovranno prenotarsi per l'esame finale, sia alla prova scritta e sia alla prova orale, utilizzando esclusivamente le modalità on-line previste dal sistema VOL.

Orario di ricevimento: Mercoledì dalle 11,00 alle 13,00 (durante il periodo delle lezioni) e per appuntamento.

2.9 Analisi Matematica III (Mathematical Analysis III)

Semestre: I **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/05

Docente: Giorgio Metafune

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso fornisce agli studenti le nozioni di base sulle serie di funzioni, le equazioni differenziali ordinarie, gli integrali multipli e gli integrali di linea. L'obiettivo è rendere gli studenti capaci di studiare la convergenza delle serie, calcolare gli sviluppi in serie di Taylor e Fourier e gli integrali multipli attraverso le formule di riduzione, calcolare integrali di superficie e risolvere i tipi fondamentali di equazioni differenziali.

The course contains the main notions on Sequences and series of functions, ordinary differential equations, multiple integrals, surfaces and surface integrals. Its aims are to make the students able to check the convergence of function series, compute the Taylor and Fourier series, multiple integrals through reduction formulae and surface integrals, to solve the main types of ordinary differential equations.

Programma delle lezioni: Serie e successioni di funzioni. Equazioni differenziali ordinarie. Integrali doppi e integrali tripli. Superfici e integrali superficiali. Funzioni inverse.

Sequences and series of functions. Ordinary differential equations. Multiple integrals. Surfaces and surface integrals. Inverse functions.

Prerequisiti: Calcolo differenziale ed integrale per funzioni di una variabile rale. Calcolo differenziale per funzioni di piu' variabili reali. Algebra lineare e geometria analitica.

Propedeuticità: Analisi Matematica I e II.

Testi di riferimento:

Fusco-Marcellini-Sbordone: Analisi Matematica 2, Liguori.

Cecconi-Stampacchia: Analisi Matematica 2, Liguori.

Metodi d'esame: Una prova scritta e una prova orale.

Orario di ricevimento: alla fine di ogni lezione.

2.10 Geometria III (Geometry III)

Semestre: **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**:MAT/03

Docente: Domenico Perrone

Breve presentazione e obiettivi del corso (in italiano e in inglese):

Obiettivo del corso é quello di introdurre lo studente a concetti e metodi di base della geometria differenziale di curve e superfici di R^3, con particolare attenzione nella scelta degli esempi e degli esercizi, ed enfatizzando l'aspetto geometrico anche in vista dei corsi successivi.

The purpose of this course is to introduce students to concepts and methods of differential geometry of curves and surfaces in R^3, with particular regard to the choice of the examples and exercises, and with special emphasis on a geometric point of view, as a basis for further study.

Programma dettagliato delle lezioni:

I. **Generalitá su curve e superfici di** R^3. Rappresentazioni di curve e superfici. Coordinate cilindriche e sferiche. Superfici rigate. Coni. Cilindri. Curva proiezione. Superficie di rotazione. Classificazione proiettiva e affine delle quadriche. Le quadriche di rango 3 e di rango 4. Equazioni canoniche.

II. Geometria differenziale delle curve di R^3. Funzioni Differenziabili. Spazio tangente a R^n in un suo punto. Campi di vettori su aperti di R^3. Il campo gradiente. Curve differenziabili parametrizzate. Curve regolari. Vettore velocità. Ascissa curvilinea. Cambiamento di parametro. Derivata direzionale. Il differenziale di un'applicazione differenziabile. Differenziale di una isometria. Orientazione dello spazio. Campi di vettori lungo una curva. Curvatura, torsione e formule di Frenet. Piano osculatore e Cerchio osculatore. Caratterizzazione di curve piane, archi di circonferenza, eliche circolari ed eliche cilindriche (Teorema di Lancret). Curvatura di curve sulla sfera. Curvatura con segno di curve piane. Apparato di Frenet per curve regolari a velocità arbitraria. Teorema fondamentale sulle curve (prima parte: CNS per la congruenza di due curve). Teorema fondamentale sulle curve (seconda parte, esistenza).

III. Geometria differenziale delle superfici di R^3. Superfici regolari. La sfera S^2. Superficie grafico di una funzione. Superfici di livello. Cambiamento di parametri e funzioni differenziabili su superfici. Curve coordinate su una superficie. Piano tangente a una superficie. Differenziale di una funzione differenziabile tra superfici. Prima forma fondamentale. Superfici orientabili. Operatore forma e seconda forma fondamentale. Curvature e vettori principali. Curvatura gaussiama e media. Punti ellittici, iperbolici, parabolici, planari e ombelicali. Direzioni asintotiche. Teorema di Meusnier (sulla curvatura normale). Curvature principali e curvature normali. Rappresentazione dell'operatore forma in termini dei coefficienti della prima e della seconda forma fondamentale. Formule che esprimono la curvatura gaussiana e media in funzione dei coefficienti della prima e della seconda forma fondamentale. Approssimazione quadratica di una superficie. Isometrie tra superfici. Superfici congruenti. Teorema fondamentale sulle superfici (cenno).

Programma delle lezioni (in inglese): **I. Basic notions on curves and surfaces in R^3.** Representation of Curves and Surfaces. Cylindrical and Spherical Coordinates. Ruled surfaces. Cones. Cylinders. Projection of a curve. Surfaces of revolution. Quadric surfaces. Projective and affine classification of quadric surfaces. Quadrics of rank 3 and rank 4. Canonical equations.

II. Differential geometry of curves in R^3. Differentiable functions. The tangent space of R^3 at p. Vector fields on R^3. Parametrized curves. Velocity vector. The arc-length function s(t). Reparametrization of a curve. Directional derivative. The differential of a differentiable function. The differential of an isometry. Orientation of R^3. Vector fields along a curve. The curvature function, the torsion function, and the Frenet formulas. The osculating plane and the osculating circle. Characterization in terms of curvature and torsion of plane curves, circles, circular helixes, cilindrical helixes (Theorem of Lancret). Curvature of curves on the sphere. Curvature with sign of plane curves. The Frenet formulas for arbitrary-speed curves. The fundamental Theorem for curves (uniqueness part): curvature and torsion (and speed) provide a necessary and sufficient condition for two given curves to be congruent. The fundamental Theorem for curves (existence part).

III. Differential geometry of surfaces in R^3. Definition of regular surface. Examples of regular surfaces. Change of parameters. Differential functions on surfaces. u-parameter curve and v-parameter curve. The tangent plane. The differential of a map. The first fundamental form. Orientation of surfaces. The shape operator and the second fundamental form. Principal vectors and curvatures. Gaussian curvature K and mean curvature H. Special points in a surface. Asymptotic directions. Normal curvature and Theorem of Meusnier. The shape operator in terms of the coefficients E,F,G (of the first fundamental form) and l,m,n (of the second fundamental form). Quadratic approximation of a surface. Isometry of a surface. Congruence of surfaces. The fundamental Theorem for surfaces (short presentation).

Prerequisiti: Geometria I e II; Analisi I e II.

Propedeuticità:Geometria I e II

Testi di riferimento:

M. P. Do Carmo, Differential geometry of curves and surfaces, Prentice-Hall, Inc., Englewood, New Jersey, 1976.

B. O'Neill, Elementary differential geometry, Academic Press, New-York London, 1970.

A. Sanini, Lezioni di Geometria, Editrice Levrotto e Bella, Torino, 1993.

Appunti dalle lezioni.

2.11 Analisi matematica IV (Mathematical Analysis IV)

Semestre: II **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/05

Docente: Antonio Leaci

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Teoria della misura e dell'integrazione secondo Lebesgue. Principali teoremi e applicazioni al calcolo di integrali doppi e tripli, Passaggio al limite sotto il segno di integrale e integrazione per serie. Elementi di Analisi complessa. Applicazioni al calcolo di integrali. Trasformata di Laplace e applicazione alla risoluzione di problemi di Cauchy per equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti

Theory of Lebesgue measure and integration, theorems of passage to the limit under the integral sign and integration by series. Introduction to Complex Analysis. Laplace Transform.

Programma delle lezioni:

Teoria della misura di Lebesgue. Proprietà degli insiemi misurabili e della misura. Integrale di Lebesgue e sue proprietà. Teoremi di passaggio al limite sotto il segno di integrale e integrazione per serie. Teorema di Fubini-Tonelli e teorema di cambiamento di variabili. Integrali dipendenti da parametri. Esercizi sul calcolo di integrali.

Richiami sui numeri complessi: il campo dei numeri complessi. Forma algebrica, trigonometrica, esponenziale dei numeri complessi. Esponenziale nel campo complesso e altre funzioni elementari. Formula di de Moivre. Polidromia e superficie di Riemann; radici n-esime algebriche, Logaritmi, potenza con esponente complesso. Successioni di numeri complessi. Limiti di funzioni complesse. Derivabilità in senso complesso. Teorema di Cauchy-Riemann e conseguenze. Serie di potenze. Funzioni analitiche. Integrale di una funzione complessa lungo una curva. Teorema di Cauchy sui domini semplicemente connessi. Teorema di Morera. Teorema sulla formula integrale di Cauchy. Teorema di analiticità delle funzioni olomorfe. Disuguaglianza di Cauchy. Teorema di Liouville. Teorema fondamentale dell'algebra. Teorema della media integrale di Gauss. Teorema del massimo modulo. Teorema del minimo modulo. Zeri di una funzione olomorfa e proprietà degli zeri. Teorema di unicità del prolungamento analitico. Teorema di convergenza di Weirstrass. Serie di Laurent. Teorema di Laurent nelle corone circolari. Residuo di una funzione in un punto di singolarità isolata. Classificazione dei punti di singolarità isolata. Metodi per il calcolo dei residui. Punti di singolarità in un intorno di infinito. Teorema dei residui. Calcolo di integrali con l'uso del teorema dei residui. Indicatore logaritmico e Teorema di Rouché. Trasformata di Laplace e principali proprietà. Regole di trasformazione algebriche e analitiche. Applicazione alla risoluzione di problemi di Cauchy per equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti.

Theory of Lebesgue measure. Properties of measurable sets and of the measure. Lebesgue integral and its properties. Theorems of passage to the limit under the integral sign and integration by series. Fubini-Tonelli theorem and the theorem of change of variables. Integrals depending on parameters. Exercises on the calculation of integrals.

Recalls on complex numbers: the field of complex numbers. algebraic form, trigonometric and exponential form of complex numbers. Exponential in the complex field, and other basic functions. De Moivre's formula. Polydromic Functions and Riemann surface; algebric n-th roots, logarithms, power with complex exponent. Sequences of complex numbers. Limits of complex functions. Differentiability in complex sense. Cauchy-Riemann conditions and consequences. Power series. Analytic functions. Integral of a complex function along a curve. Cauchy Theorem on simply connected domain. Morera's theorem. Cauchy integral formula. Theorem of analyticity of holomorphic functions. Cauchy inequalities. Liouville theorem. Fundamental Theorem of Algebra. Theorem of the integral average of Gauss. Maximum modulus principle. Theorem of minimum modulus. Zeros of a holomorphic function and properties of the zeros. Theorem of uniqueness of analytic continuation. Weirstrass convergence theorem. Laurent series. Laurent Theorem in circular crowns. The residue of a function in an isolated singularity point. Classification of isolated singularity points. Methods for the calculation of the residuals. Points of singularity in a neighborhood of infinity. Residue theorem. of integral calculation with the use of the residue theorem. Indicator logarithmic and Rouche's theorem. Laplace transform and main properties. Rules of algebraic and analytic transformation. Application to the solution of *the Cauchy problem for linear differential equations with constant coefficients.*

Prerequisiti: Analisi Matematica per funzioni di una o più variabili reali.

Propedeuticità: Analisi Matematica I, II e III.

Testi di riferimento:

M. Carriero-S. Cito, Introduzione alla Analisi Complessa. Quaderno 2/2015. Università del Salento- Coordinamento SIBA.

W.Rudin: Analisi reale e complessa. Bollati-Boringhieri

Metodi d'esame: Prova scritta su due esercizi e due argomenti di teoria.

Orario di ricevimento: L'orario è fissato all'inizio del corso e viene comunicato sulla pagina web del docente

https://www.unisalento.it/web/guest/scheda_personale/-/people/antonio.leaci.

2.12 Geometria IV (Geometry IV)

Semestre: II **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/03

Docente: Alessandro Montinaro

Breve presentazione e obiettivi del corso: L'obiettivo principale del corso è quello di fornire allo studente l'acquisizione delle conoscenze di base nell'ambito della Topologia generale, e dell'Algebra Lineare relativamente alla Forma canonica di Jordan.
The main purpose of the course is to provide students with the acquisition of basic skills in the field of General Topology, and Linear Algebra focusing on the Jordan canonical form.

Programma delle lezioni:

Algebra Lineare:

Triangolarizzazione. Teorema di Caley-Hamilton e polinomio minimo di un'applicazione lineare: Matrici triangolari. Triangolarizzazione. Polinomio caratteristico e Teorema di Caley-Hamilton. Polinomio minimo di un'applicazione lineare. Forma canonica di Jordan: Autospazi generalizzati. Teorema di decomposizione primaria. Definizione di blocco e di matrice di Jordan. Teorema di riduzione a forma canonica di Jordan.

Topologia Generale:

Spazi topologici: Definizione ed esempi di topologia. Basi di uno spazio topologico. Relazione di finezza tra topologie. Topologia di Zariski. Definizione di parte interna e chiusura di un insieme. Insieme denso. Frontiera di un insieme. Intorni. Sistema fondamentale di intorni.

Applicazioni continue: Definizione ed esempi. Omeomorfismi. Applicazioni aperte e chiuse.

Spazi metrici: Definizione di distanza e di spazio metrico. Topologia indotta dalla distanza. Funzioni continue in spazi metrici. Distanze equivalenti. Topologia metrizzabile. Insieme limitato e applicazione limitata.

Sottospazi e immersioni. Topologia prodotto: Topologia indotta e sottospazio topologico. Immersioni topologiche, immersioni chiuse e aperte. Topologia prodotto.

Spazi di Hausdoff: Spazi T1. Spazi di Hausdorff o T2.

Connessione e compattezza: Connessione. Connessione per archi. Insiemi convessi. Insiemi connessi in R. Componenti connesse. Definizione di ricoprimento aperto, chiuso, localmente finito, e fondamentale. Spazi topologici compatti: definizione e proprietà. Compatti in R^n. Teorema di Weierstrass. Teorema di Wallace.
Successioni: Assiomi di numerabilità. Spazi topologici separabili. Successioni in spazi topologici. Convergenza. Sequenziale compattezza. Successioni di Cauchy in spazi metrici. Spazi metrici completi.

Linear Algebra:

The Caley-Hamilton theorem. Minimum polynomial: Triangular matrices. Triangularization. Characteristic polynomial and the Caley-Hamilton theorem. Minimum polynomial. Jordan canonica form: Generalized eigenspaces. Primary decomposition theorem. Definition of Jordan block and Jordan matrix. Theorem on reduction to the Jordan canonical form.

General Topology:

Topological spaces: Definition and examples of topology. Basis of a topology. Fineness relation between topologies. The Zariski topology. Interior and closure of a set. Dense set. The boundary of a set. Neighbourhoods. Local basis of neighbourhoods. Continuous maps: Definition and examples. Homeomorphisms. Open and closed maps.

Metric spaces: Definitions of distance. Metric space. Metric topology. Continuous maps on metric spaces. Equivalent distances. Metrisable topology. Bounded set and bounded map.

Topological subspaces and immersions. Product Topology: Induced Topology and topological subspace. Topological immersions, open and closed immersions. Product Topology.

Hausdoff Spaces: T1 Spaces. Hausdorff Spaces (T2 Spaces).

Connectedness and compactenss: Connectedness. Pathwise-connectedness. Convex subsets. Connected subsets of R. Connected components. Open, closed, locally finite, or fundamental cover. Compact topological spaces: definition and properties. Compact subsets of R^n. The Weierstrass theorem. The Wallace theorem.

Sequences: Countability axioms. Separable topological spaces. Sequences in topological spaces. Convergence. Sequentially compactness. Cauchy Sequences in metric spaces. Complete metric Spaces.

Prerequisiti: Gli argomenti dei corsi di Geometria I, II, III.

Prerequisites: Successful completion of Geometry II exam.

Propedeuticità: Geometria I, II, III

Testi di riferimento:

R. Kaye, R. Wilson, Linear Algebra, Oxford University Press, 1998.

C. Ciliberto, Algebra Lineare, Bollati Boringhieri 1994.

R. Chirivì, Forma Canonica di Jordan. Complementi di Algebra Lineare per Geometria IV, 2016.

M. Manetti, Topologia, Springer-Verlag Italia, Milano, 2008.

Appunti del Corso disponibili a (Course notes available at)

http://www.matfis.unisalento.it/scheda_personale/-/people/alessandro.montinaro/materiale.

Metodi d'esame: L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale. Gli studenti dovranno prenotarsi per sostenere l'esame, sia alla prova scritta che alla prova orale, utilizzando esclusivamente le modalità online previste dal sistema VOL.

Exam type: The exam consists of a written test and an oral test. Students will have to register for the exam, both for the written and the oral test, accessing only through the online registration forseen by the VOL system.

Orario di ricevimento: Sono sempre in dipartimento a disposizione degli studenti per eventuali chiarimenti sugli argomenti del corso.

Office hours: I am always at the department at full disposal to students for any possible clarification regarding course topics.

2.13 Calcolo numerico (Numerical Computing)

Semestre: II **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: MAT/08

Docente: Ivonne Sgura

Breve presentazione e obiettivi del corso. Il corso consiste nello studio di metodi numerici per la risoluzione di alcuni problemi matematici relativi ad argomenti dei primi anni del corso di Laurea. A tal fine, oltre a fornire gli algoritmi di calcolo, si dà rilievo all'analisi delle problematiche connesse all?uso della aritmetica finita. Si prevedono esercitazioni al calcolatore per sperimentare i vari concetti visti nella parte teorica del corso e per l?implementazione dei metodi numerici studiati. Per tale scopo l?ambiente di lavoro sarà il programma di Calcolo Scientifico Matlab.
Numerical Computing is the branch of mathematics that develops, analyzes and applies algorithms to solve with the aid of computer several problems included in basic courses of Mathematics (such as analysis, linear algebra, geometry). In this course, the focus is on numerical techniques for the solution of linear systems of any dimension and for rootfinding of nonlinear equations. Questions arising by the use of finite arithmetic on a computer, that is stability, accuracy and computational complexity, will be carefully analysed. Part of the course consists in the implementation of the methods, in order to demonstrate their performances on examples and counterexamples on a computer. For this goal, the students will learn the MatLab program for scientific calculus.

Programma delle lezioni:

Teoria degli errori: Insieme dei numeri di macchina. Rappresentazione dei numeri sul calcolatore: semplice e doppia precisione. Troncamento e Arrotondamento. Errore assoluto e relativo. Condizionamento di un problema. Propagazione degli errori e fenomeno di cancellazione. Analisi del costo computazionale. Metodo di Ruffini-Horner.
Elementi di algebra lineare: Operazioni fra matrici. Definizioni e proprietà di: matrici simmetriche, ortogonali e ortonormali; matrici a predominanza diagonale, matrici definite positive. Autovalori e autovettori: cenni. Norme vettoriali e norme indotte su matrici. Numero di condizionamento di una matrice.

Risoluzione di sistemi lineari: Studio del condizionamento di un sistema lineare. Teorema di perturbazione.
Metodi diretti: Fattorizzazioni di una matrice. Risoluzione di sistemi triangolari (inferiori e superiori). Aspetti implementativi. Matrici elementari. Metodo di eliminazione di Gauss e fattorizzazione LU. Pivot parziale e pivot totale. Analisi dell?errore e della stabilità degli algoritmi. Complessità del metodo di Gauss. Calcolo della matrice inversa. Risoluzione di sistemi tridiagonali: metodo di Thomas. Fattorizzazione di Cholesky. Cenni sulla risoluzione di sistemi sovradeterminati: le equazioni normali e il problema lineare dei minimi quadrati.
Metodi iterativi: definizioni e teoremi di convergenza per metodi iterativi lineari. Stime dell?errore. Criteri di stop e loro validità . Metodi di Jacobi e di Gauss-Seidel: risultati di convergenza. Metodo di rilassamento e stima del parametro ottimale Calcolo degli zeri di funzioni non lineari: Metodo delle bisezioni: convergenza, criteri di stop. Metodi di iterazione funzionale o di punto fisso: studio della convergenza; criteri di arresto e stime dell'errore; ordine di convergenza. Metodo delle corde e metodo di Newton: interpretazione geometrica, proprietà e ordine di convergenza. Aspetti computazionali.
Per il Laboratorio: Principali comandi di manipolazione di vettori e matrici in ambiente Matlab; Elementi di grafica. Principali funzioni predefinite del Matlab (es: lu, qr, svd, eig, chol, etc). Cenni di programmazione: uso dei comandi for e while; M-file di tipo function e di tipo script. Algoritmi e programmi dei metodi implementati durante le lezioni in Laboratorio.

Foundations of Numerical Mathematics. Sources of Error in Computational Models; machine representation of numbers; the Floating-Point Number System: simple and double precision; rounding and truncating a real number; machine Floating-Point Operations.
Elements of matrix analysis. Operations with Matrices; trace, determinant, rank; special matrices: triangular, tridiagonal, banded, diagonally predominant, positive definite; eigenvalues and eigenvectors; spectral radius of a matrix; the Singular Value Decomposition (SVD); vector and matrix norms and their properties.

Solution of Linear Systems.

Stability analysis of linear systems and the condition number of a matrix.

Direct Methods: Factorizations of a matrix. Solution of triangular systems and their implementation. The Gaussian Elimination Method (GEM) and LU Factorization: partial and total pivoting; stability analysis and computational complexity. Calculation of the inverse. Tridiagonal systems: Thomas algorithm. Symmetric and Positive Definite Matrices: Cholesky Factorization. Solution of rectangular systems: normal equations and the linear least square problem, QR factorization and SVD solution.

Iterative Methods: definitions and convergence of Linear Iterative Methods. Stopping criteria. Jacobi, Gauss-Seidel and Relaxation Methods: convergence results, estimate of relaxation optimal parameter; convergence results for some class of matrices.

Rootfinding methods for Nonlinear Equations. Bisection method: algorithm and convergence result. Fixed-Point Iterations for Nonlinear Equations: theorems of convergence, rate of convergence. Stopping Criteria and their validity. Methods of Chord, Secant and Newton: geometric meaning, properties and convergence order. Computational aspects.

For Computer Laboratory: Main commands in the Matlab environment for manipulating vectors and matrices and graphical representations. Main built-in functions in Matlab (eg: lu, qr, svd, eig, chol, etc..). How to write and apply M-files like ?script? and ?function?. Implementation of most of the methods studied in the theory.

Prerequisiti: Conoscenza degli argomenti dei corsi di ANALISI I e II, GEOMETRIA I e II, ALGEBRA, PROGRAMMAZIONE

Propedeuticità : Nessuna

Testi di riferimento:

D. Bini, M. Capovani, O. Menchi. Metodi Numerici per l'algebra lineare. Zanichelli, 1993. (Cap 1-2-3 Cenni, Cap.4, par.1-10,16-18, Cap.5, escluso par.5 e 7)

R. Bevilacqua, D. Bini, M. Capovani, O. Menchi. Introduzione alla matematica computazionale. Zanichelli 1992. (Cap.1-2-3)

A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, Matematica Numerica, Springer Italia, 2000.(Cap. 1-2-3 parti indicate a lezione; Cap.4, par.1,2; Cap.6,par. 2,3,7.)

Appunti forniti dal docente

PER MATLAB: Quarteroni-Saleri: Introduzione al Calcolo Scientifico, Esercizi e problemi risolti con Matlab, Springer ? CAP 1 e appunti del docente.

Metodi d'esame: Due prove parziali di laboratorio (a metà ed alla fine del corso, con validità per tutta la sessione estiva per chi prende di media almeno 20). Scritto con 2 temi ed esercizi, a seguire orale che verte soprattutto sullo scritto.

Orario di ricevimento: Consultare la pagina web del docente
https://www.unisalento.it/web/guest/scheda_personale/-/people/ivonne.sgura
o su appuntamento per email.

2.14 Fisica Generale II (General Physics II)

Semestre: II **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: FIS/01

Docente: Stefania Spagnolo

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso presenta le leggi che descrivono i fenomeni elettrici e magnetici e le relazioni che intercorrono tra di essi fino alla formulazione delle equazioni di Maxwell nel vuoto.

The topic of the course is the set of laws describing the experimental observations about electricity and magnetism, and their relations, summarized by Maxwell eqs. (in the absence of matter effects).

Programma delle lezioni:

La carica elettrica, proprietà e forza tra cariche elettriche. Il campo elettrico e il potenziale elettrostatico. Leggi di Coulomb e Gauss, equazioni di Poisson e Laplace. Calcolo di campo elettrico e potenziale prodotti da semplici distribuzioni di cariche. Energia elettrostatica. Sistemi di conduttori e problema generale dell'elettrostatica. Corrente elettrica. Campo elettrico prodotto da una carica in movimento; forza su una carica in moto in presenza di una corrente. Campo magnetico e sue sorgenti. Forza di Lorentz. Formule di Laplace. Legge di Ampère. Il potenziale vettore. Calcolo di campo magnetico e potenziale vettore prodotti da semplici distribuzioni di correnti. Induzione elettromagnetica e legge di Faraday. Correnti non stazionarie: la corrente di spostamento. Equazioni di Maxwell nel vuoto.

The electric charge, properties and force between charges. The electric field and electrostatic potential. Coulomb's law, Gauss's law, Poisson's and Laplace's equations. Calculation of the electric field and potential produced by simple charge distributions. Electrostatic energy. Sistems of conductors and general problem of the electrostatics. Electric current. Electric field produced by a moving charge; force on a charge moving close to an electric current. Magnetic field and its sources. Lorentz's force. First and second Laplace's formulas, Ampère's law. The vector potential. Calculation of the magnetic field and vector *potential produced by simple current distributions. Electromagnetic induction. Magnetic energy. Faraday's law. Non stationary currents: the displacement current. Maxwell's equations.*

Prerequisiti: Dimestichezza con le leggi generali della meccanica.

Propedeuticità: Fisica Generale I.

Testi di riferimento: P. Mazzoldi, M.Nigro, C. Voci: Fisica - Volume II, Edises.

Metodi d'esame: Esame orale; può essere richiesta la discussione di problemi tipici.

Orario di ricevimento: Lunedi 15:00-17:00 o previo appuntamento.

III anno

3.15 Fisica Matematica (Mathematical Physics)

Semestre: I **CFU**: 9 **Ore**: 63 **SSD**: MAT/07

Docente: Anna Maria Cherubini

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Si presenteranno concetti e risultati fondamentali nello studio della fisica matematica: nella prima parte del corso si tratterà lo studio qualitativo delle equazioni differenziali ordinarie, nella seconda una introduzione alla meccanica lagrangiana.

In the first part of the course will be presented fundamental concepts and results at the basis of the qualitative theorey of ordinary differential equations; the second part consists in an introduction to lagrangian mechanics.

Programma delle lezioni:

1. Qualitative Theory for ordinary differential equations

Definition of phase space, solution and orbit for a system of ODEs (dynamical system). Cauchy - Kowalevskaya theorem; continuous dependence of solutions from initial data and parameters . Definition and properties of the flow . First integrals and Lie derivative. Stability: Lyapunov function and second Lyapunov theorem; Lagrange - Dirichlet theorem Phase portrait of mechanical systems with one degree of freedom.

Exponential of a matrix and solutions of a linear dynamic system. Classification of equilibria of a linear plane system. Stability of an n-dimensional linear system; stable, unstable and central subspaces. Stability in non- linear systems: the Hartman - Grobman theorem, the stable manifold theorem, first Lyapuno theorem.

Limit cycles and Poincaré-Bendixson theorem.

Bifurcations in one and two-dimensional systems: tangent, transcritical and pitchfork bifurcation. Hopf bifurcation.

2. Introduction to Lagrangian mechanics

Introduction and motivation of the Lagrangian formalism. Lagrange equations for N points under ideals constraints. Cyclic coordinates and reduced Lagrangian. Noether's theorem. Lagrangian for a rigid body. Small oscillations and normal modes of oscillation. Euler-Lagrange equations and the principle of minimum action.

Prerequisiti:

Nozioni sullo studio spettrale di matrici (determinazione di autovalori, autovettori, autospazi e diagonalizzazione).

Competenza sulla risoluzione di sistemi lineari di equazioni differenziali ordinarie a coefficienti costanti. Nozione di curva, superficie e spazio tangente.

Nozioni di meccanica: equazioni di Newton, energia totale, energia potenziale, momento e quantita' di moto. Nozioni sulla meccanica del corpo rigido. Capacita' di ricavare le equazioni del moto per semplici sistemi di punti o corpi rigidi.

Propedeuticità: Nessuna.

Testi di riferimento:

G.Benettin, L.Galgani, A.Giorgilli, *Appunti di Meccanica Razionale*, Ed. Progetto, Padova

A.Celletti, *Esercizi di meccanica razionale*, Aracne, Roma (2003)

P.Glendinning, *Stability, Instability and Chaos*: An Introduction to the Theory of Nonlinear Differential Equations, Cambridge University Press (1994)

M.Hirsch, S.Smale, R.Devaney, *Differential Equations*, Dynamical Systems and an Introduction to Chaos, III Edition, Elsevier (2012)

S. Strogatz, *Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering*, II edition, Westview Books (2015)

Metodi d'esame: Prova orale.

Orario di ricevimento: L'orario di ricevimento verrà comunicato all'inizio del corso sulla pagine web del docente https://www.unisalento.it/web/guest/scheda_personale/-/people/anna.cherubini.

3.16 Fisica Generale III (General Physics III)

Semestre: I **CFU**: 6 **Ore**: 48 **SSD**: FIS/01

Docente: Gabriele Ingrosso

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Complementi di Fisica Classica: Termodinamica – Elettromagnetismo e ottica.

Complements of Classical physics: Termodynamics – Electromagnetism and optics.

Programma delle lezioni:

Termodinamica: I principio della Termodinamica, Gas Ideali, II principio della Termodinamica

Elettromagnetismo e ottica: campi nella materia, circuiti in corrente alternata, onde e.m., vettore di Poynting, polarizzazione, riflessione, rifrazione, interferenza, diffrazione.

Termodynamics: I principle of Termodynamics, Ideal gas, II principle of Termodynamics

Electromagnetism and optics: Electric and magnetic fields in the matter, circuits with alternating current, e.m. waves, Poynting vector, polarization, reflection, refraction, interference, diffraction.

Prerequisiti: Meccanica, Campo elettrico e campo magnetico.

Propedeuticità: Fisica Generale I e Fisica Generale II.

Testi di riferimento: P. Mazzoldi, M.Nigro, C. Voci: Fisica - Volumi, II, Edises.

Metodi d'esame: Esame orale con discussione di esercizi.

Orario di ricevimento: 2h/ settimana in orario da stabilirsi oppure per appuntamento.

3.17 Probabilità (Probability)

Semestre: I **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: MAT/06

Docente: Carlo Sempi

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso si propone di esporre i concetti elementari della probabilità e, soprattutto, il modo di pensare "probabilistico", principalmente attraverso una serie di problemi classici; la parte teorica è limitata mentre l'accento è sulla soluzione di problemi.
The aim of this course is to present the basic concepts of probability and, above all, the "probabilistic" way of thinking, mainly through a series of classical problems; the time devoted to theory is limited, while the stress will be on problem solving.

Programma delle lezioni:

Probabilità discrete: problemi d'urna. Probabilità condizionate e indipendenza. Variabili aleatorie discrete. Diseguaglianza di Čebyšev. Leggi di probabilità notevoli. Problemi classici. Formula di inclusione-esclusione.
Probabilità nel continuo. Densità di probabilità e variabili aleatorie con densità . Funzioni di ripartizione. Probabilità geometriche. Vettori aleatorî. La Covarianza. Trasformazionin di variabili aleatorie e delle loro leggi. La funzione generatrice dei momenti. La formula di de Moivre-Stirling. I teoremi di de Moivre-Laplace.

Prerequisiti: I corsi di analisi matematica del primo biennio della laurea triennale.
Propedeuticità: Nessuna propedeuticità formale, ma gli studenti dovrebbero avere le maturità matematica sufficiente per seguire il corso.
Testi di riferimento:
Appunti del corso (disponibili in rete).
P. Baldi, Calcolo delle probabilità e statistica, Milano: McGraw-Hill Italia, 1992.
Giorgio Letta, Probabilità elementare, Zanichelli, Bologna, 1993.
Metodi d'esame: esame scritto (quattro esercizi, ognuno dei quali vale otto punti).
Orario di ricevimento: Oltre che nell'orario di ricevimento che è pubblicato nella Bacheca della pagina web del docente https://www.unisalento.it/web/guest/scheda_personale/-

/people/carlo.sempi,. gli studenti possono chiedere spiegazioni e chiarimenti per appuntamento all'indirizzo di posta elettronica carlo.sempi@unisalento.it.

3.18 Algoritmi e Strutture Dati (Algorithms and Data Structures)

Semestre: I **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: INF/01

Docente: Vittorio Bilò

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso intende avviare alla progettazione di soluzioni efficienti per problemi computazionali. La prima parte del corso è volta a fornire allo studente gli strumenti formali necessari per valutare le prestazioni di un algoritmo e definire il concetto di efficienza di una soluzione per un dato problema. Nella seconda parte, vengono illustrate alcune tecniche solutive generali e loro applicazioni ad alcuni problemi fondamentali.
The task pursued within the course is to give an introduction to the design of efficient solutions for computational problems. The first part of the course aims at providing the student with all the formal tools needed to evaluate the performance of an algorithm and to define the notion of efficiency of a solution for a given problem. In the second part, some general programming techniques are presented together with their applications to some fundamental problems.

Programma delle lezioni:

1) Fondamenti teorici.

Problemi decidibili e indecidibili. Problemi trattabili e intrattabili. Un problema intrattabile: il gioco delle torri di Hanoi. Crescita polinomiale vs crescita esponenziale. Dimostrazione di esistenza dei problemi indecidibili. Un problema indecidibile: il problema della fermata. Definizione informale della classi di complessità P e NP. Un problema aperto di (in)decidibilità: algoritmo che confuta la congettura di Goldbach. Il fondamentale problema aperto di (in)trattabilità P vs NP. I problemi NP-completi. Un problema NP-completo: il gioco del Sudoku. Il modello RAM a costi uniformi per l'analisi della complessità di calcolo degli algoritmi. Notazione asintotica: o grande, omega grande, theta grande, o piccolo. Complessità di algoritmi nel caso peggiore, migliore e medio. Complessità dei problemi computazionali e algoritmi ottimi.

2) Problemi su sequenze memorizzate tramite array.

Algoritmo Selection Sort e analisi della sua complessità. Algoritmo Insertion Sort e analisi della sua complessità. Calcolo della sottosequenza di somma massima: algoritmi a complessità cubica, quadratica e lineare. Algoritmi di ricerca sequenziale e binaria (versione iterativa), analisi della complessità e dimostrazione di ottimalità. Tecnica Divide et Impera. Ricerca binaria in versione ricorsiva e analisi della sua complessità. Metodi generali per la soluzione delle equazioni di ricorrenza: metodo di iterazione e metodo di sostituzione. Metodo dell'albero di ricorsione. Metodi del cambio di variabile. Teorema master per le relazioni di ricorrenza e sua dimostrazione. Algoritmo divide et impera per la moltiplicazione di due numeri. Somma e moltiplicazione di due matrici. Algoritmo di Strassen per il prodotto di due matrici. Limitazione inferiore al problema dell'ordinamento mediante confronti. Merge sort. Quick Sort e analisi della complessità nel caso medio con scelta del pivot randomizzata. Sequenza ottima di moltiplicazioni di matrici e introduzione alla programmazione dinamica. Calcolo della parentesizzazione ottima per il prodotto di n matrici. Formalizzazione della tecnica della programmazione dinamica. Il problema della sottostringa comune di lunghezza massima. Il problema del partizionamento. Il problema della bisaccia. Algoritmi pseudo-polinomiali.

3) Problemi su sequenze memorizzate tramite liste.

Liste e complessità delle operazioni su liste. La gestione degli array dinamici. Il problema dei matrimoni stabili.

4) Problemi su sequenze memorizzate tramite alberi.

Alberi binari: definizioni, algoritmi ricorsivi fondamentali, problemi decomponibili. Visite, alberi completamente bilanciati e alberi bilanciati, inserimento e cancellazione di nodi. Il problema del minimo antenato comune. Soluzione del problema del minimo antenato comune attraverso la soluzione del problem del Range Min Query. Rappresentazione implicita di alberi binari completi a sinistra. Rappresentazione succinta di alberi binari. Limitazione inferiore alla rappresentazioni succinta.

5) Soluzioni al problema del dizionario.

Il problema del dizionario. Implementazione di un dizionario attraverso una lista doppia.

Funzioni hash e tabelle hash. Gestione delle tabelle hash con liste di trabocco e a indirizzamento aperto. Gestione di un dizionario attraverso alberi binari di ricerca.

1) Theoretical Foundations.

Decidable and undecidable problems. Tractable and intractable problems. An intractable problem: the game of the Towers of Hanoi. Polynomial vs Exponential growth. Proof of existence of undecidable problems. An undecidable problem: the halting problem. Informal definition of the complexity classes P and NP. An oper problem about (un)decidability: an algorithm confuting Goldbach's Conjecture. The fundamental open problem of (in)tractability: P vs NP. NP-complete problems. An NP-complete problem: Sudoku. RAM model with uniform costs for the analysis of the computational complexity of an algorithm. Asymptotic notation: big o, big omega, big theta, small o. Computational complexity of algorithms in the best, average and worst cases. Computational complexity of computational problems and optimal algorithms.

2) Problems defined on sequences stored on arrays.

Selection Sort and analysis of its complexity. Insertion Sort and analysis of its complexity. Computing a subsequence of maximum sum: algorithms having cubic, quadratic and linear complexity. Algorithms for sequential and binary search, analysis of their complexity and proof of their optimality. The technique of Divide et Impera. Recursive binary search and analysis of its complexity. Methods for solving recurrences: iterative method, substitution method, recursion tree, variable substitution. Master Theorem and its proof. Divide et Impera algorithm for the multiplication of two numbers. Sum and product of two matrices. Strassen's algorithm. Lower bound on the complexity of sorting via comparisons. Merge sort. Quick Sort and analysis of its complexity in the worst and average case. Computing the optimal sequence for multiplying n matrices and introduction to Dynamic Programming. Computing the longest common substring. The partition problem and the knapsack problem. Pseudo-polynomial algorithms.

3) Problems defined on sequences stored on lists.

Lists and complexity of basic operations on lists. Implementing dynamic array. The pro-

blem of stable marriages.

4) Problems defined on sequences stored on trees.

Binary trees: definitions, fundamental recursive algorithms, decomposable problems. Search, completely balanced trees and balanced trees, insertion and deletion of nodes. Computing the least common ancestor. Solution to the problem of the least common ancestor via the solution to the Range Min Query problem. Implicit and succinct representation of binary trees. Lower bound on the succinct representation of trees.

5) The dictionary problem. *The dictionary problem. Implementing a dictionary using a double list. Hash functions and hash tables. Implementing hash tables with overflow lists and open addressing. Implementing a dictionary using a search binary trees.*

Prerequisiti: Aver seguito un corso di introduzione alla programmazione e possedere una buona conoscenza di un linguaggio di programmazione. Possedere buone basi di analisi matematica, logica matematica, algebra e calcolo combinatorio.

Propedeuticità: Programmazione

Testi di riferimento:

P. Crescenzi, G. Gambosi, R. Grossi. Strutture di dati e algoritmi. Progettazione, analisi e visualizzazione. Pearson - Addison Wesley

Metodi d'esame: Prova scritta.

Orario di ricevimento: Per appuntamento.

3.19 Ricerca Operativa (Operations Research)

Semestre: II **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: MAT/09

Docente: Paolo Nobili

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso ha lo scopo di presentare le basi teoriche della materia e consentire allo studente di formulare semplici modelli di programmazione lineare e intera.
The aim of the course is to provide the theoretical basis of the topic and allow the student to formulate simple linear and integer programming models.

Programma delle lezioni: Fondamenti matematici della Ricerca Operativa: sistemi di equazioni e disequazioni lineari; proiezioni e metodo di Fourier-Motzkin; teoremi dell'alternativa e Lemma di Farkas. Programmazione Lineare: caratterizzazione delle soluzioni; condizioni di ottimalità; dualità. Metodo del Simplesso in due fasi: convergenza del metodo; unicità della soluzione ottima e scambio degenere. Problemi di ottimizzazione su grafi: cammino minimo, massimo flusso, flusso a costo minimo, il problema dei trasporti, assegnamento. Programmazione lineare intera, esempi di modelli.

Mathematical foundations of Operations Research: systems of linear equations and inequalities; projections and the Fourier-Motzkin method; theorems of alternative and Farkas' Lemma. Linear Programming: characterization of the solutions; optimality conditions; duality. The Two-Phase Simplex Method: convergence of the method; unicity of optimal solution and degenerate pivots. Optimization problems on graphs: minimum path, maximal flow, minimum cost flow, the transportation problem, assignment. Integer linear programming, examples of model formulation.

Prerequisiti: Nozioni di base di algebra lineare.

Propedeuticità: Non sono previste propedeuticità.

Testi di riferimento:

"Modelli e Algoritmi della Ricerca Operativa", Antonio Sassano, editrice FrancoAngeli;

“Complementi ed Esercizi di Ricerca Operativa”, Carlo Mannino, Laura Palagi, Massimo Roma, editrice Ingegneria 2000.

Metodi d’esame: Esame orale: esercizio di formulazione di un modello di programmazione lineare da descrizione scritta; domanda di teoria.

Orario di ricevimento: Mercoledi 16-18 e per appuntamento a seguito di accordi per posta elettronica.

3.20 Complementi di Calcolo Numerico (Advanced Numerical Computing)

Semestre: II **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: MAT/08

Docente: Marina Popolizio

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Lo scopo del corso è fornire agli studenti strumenti adeguati per la risoluzione numerica dei principali problemi dell'algebra lineare come le forme canoniche delle matrici, le fattorizzazioni QR e SVD, il metodo dei minimi quadrati, la risoluzione di sistemi lineari mediante metodi iterativi ed eventuali precondizionatori, la ricerca di autovalori. Durante il corso si descriveranno i relativi metodi, analizzandone sia la costruzione che le specifiche caratteristiche e proprietà. L'implementazione al computer permetterà di verificarne la funzionalità e testarne la validità nel descrivere efficacemente svariati fenomeni riscontrabili nelle scienze applicate e nell'ingegneria.
The course focuses on the numerical solution of the main problems of linear algebra, such as the matrix canonical forms, the QR and SVD factorizations, the method of least squares, the solution of linear systems by means of iterative methods and possibly preconditioning, the search for eigenvalues. The numerical approaches will be described; the numerical implementation will be addressed, together with the analysis of their main properties and features. The numerical implementation will be important to test the methods and show their effectiveness in solving problems from engineering or real life applications.

Programma delle lezioni:

- Forme canoniche delle matrici: Schur, Jordan
- Decomposizioni di matrice: QR, SVD Applicazioni: compressione delle immagini
- Approssimazione numerica di autovalori ed autovettori
  Applicazioni: Matrice di Google e Page Rank
- Matrici sparse
  Esempio: Matrici derivanti da discretizzazioni di ODE o PDE

- Risoluzione di sistemi di equazioni non lineari
- Risoluzione di sistemi lineari con metodi iterativi e precondizionamento

- *Canonical matrix forms*
- *Matrix factorizations: QR and SVD*
- *Numerical approximation of eigenvalues and eigenvectors*
- *Sparse matrices*
- *Numerical solution of nonlinear systems*
- *Iterative methods for linear systems and preconditioning*

Prerequisiti: Elementi di Analisi matematica. Elementi di Algebra lineare. Elementi di Calcolo numerico. Elementi di Programmazione in Matlab.

Propedeuticità: Nessuna

Testi di riferimento: Quarteroni Alfio, Saleri Fausto, Sacco Riccardo: Matematica numerica

Metodi d'esame: Orale

Orario di ricevimento: Giovedi 12-13.

3.21 Complementi di Algebra (Advanced Algebra)

Semestre: II **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: MAT/02

Docente: Rocco Chirivì

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso tratta gli aspetti elementari della teoria di Galois. Come applicazioni vengono studiate la risolubilità per radicali delle equazioni polinomiali e le costruzioni riga e compasso.

The course is focused on the elementary aspects of Galois Theory. As applications the solvability of polynomial equations via radicals and the straight-edge and compass constructions are discussed.

Programma delle lezioni:

Estensioni di campi, numeri algebrici e trascendenti, dimostrazioni della trascendenza di un numero di Liouville, condizione necessaria per la costruibilità riga e compasso, estensioni di omomorfismi, estensioni algebriche, normali, separabili e di Galois, gruppo di Galois, lemma di Artin, teorema fondamentale della teoria di Galois, equazione delle classi, gruppi risolubili, p-gruppi, condizione sufficiente per la construibilità, gruppo di Galois di un polinomio, teorema dei polinomi simmetrici, discriminante di un polinomio, discriminante di una cubica, risolubilità per radicali di equazioni polinomiali, estensioni ciclotomiche sui razionali e irriducibilità del polinomio ciclotomico, estensioni ciclotomiche sui campi finiti, costruzioni di poligoni con riga e compasso.

Fields extensions, algebraic and transcendental numbers, proof of the transcendence of a Liouville number, necessary condition for straight-edge and compass construction, homomorphism extensions, algebraic, normal, separable and Galois field extensions, Galois group, Artin lemma, fundamental theorem of Galois theory, class equation, solvable groups, p-grups, sufficient condition for straight-edge and compass construction, Galois group of a polynomial, symmetric polynomial theorem, discriminant of a polynomial, discriminant of a cubic, solvability of polynomial equations via radicals, cyclotomic extensions of the rational numbers and irreducibility of the cyclotomic polynomial over the rationals, cyclotomic extensions of finite fields, construction by straight-edge and compass of polygon.

Prerequisiti: prime nozioni elementari di teoria dei gruppi e dei campi.

Propedeuticità: nessuna

Testi di riferimento:

James Milne, Fields and Galois Theory

Metodi d'esame: prova orale.

Orario di ricevimento: L'orario di ricevimento verrà comunicato all'inizio del corso sulla pagine web del docente https://www.unisalento.it/web/guest/scheda_personale/-/people/rocco.chirivi.

3.22 Statistica Matematica (Mathematical Statistics)

Semestre: I **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: MAT/06

Docente: Adriano Barra

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Scopo del corso è introdurre lo studente al ragionamento statistico, cercando di farne comprendere l'importanza tanto teorica quanto pratica nella ricerca (applicata). Si brama inoltre fornire lo stesso con i primi strumenti, tanto teorici quanto pratici, per l'elaborazione statistica dei dati, focalizzandoci concretamente su esempi di problemi attuali in inferenza statistica provenienti da diverse discipline (dalle Biotecnologie alle Scienze Socio-Economiche).

Aim of these lectures is to introduce the students to the world of (applied) statistics, particularly to let them understand how -whatever the (applied) research one is dealing with- it is crucial to set out a sound statitical machinery at its basis. Further, both theoretical and experimental tools will be furnished to students: they will start to learn how (and where and when) to use them properly. Once the theoretical scaffold will be learnt, students will face concrete applications in actual research problems ranging from Biotechnologies to Socioeconomical Sciences.

Programma delle lezioni:

1. Breve ripasso dei rudimenti di Teoria della Probabilità, con attenzione alla prospettiva di Bayes. 2. Cenni di statistica descrittiva, metodo dei minimi quadrati, interpretazione variazionale e generalizzazioni. 2. Il problema della Statistica: Modelli statistici. Modelli esponenziali. Cenni a modelli non-esponenziali. 3. Stimatori. La diseguaglianza di Fréchet-Carmér-Rao. Statistiche sufficienti e statistiche complete. 4. Tecniche di stima: Metodo dei momenti. Stimatori di massima verosimiglianza. 5. Campioni Gaussiani: leggi del chi-quadro, del T di Student, di Fisher-Snedecor. 6. Verifica d'ipotesi: Il lemma di Neyman-Pearson e le sue conseguenze. 7. Rapporto di verosimiglianza monotono. Rapporto di verosimiglianza generalizzato. 8. Test su campioni gaussiani: test del chi-quadro (varianza), test di Student (speranza), 9. Test di Fisher-Snedecor (Confronto di

varianze). Un test non-parametrico: il test d'adattamento del chi-quadro. 10. Intervalli di fiducia: Campioni Gaussiani. Statistiche pivotali. 11. Modelli lineari e il teorema di Gauss-Markov. 12. Impostazione Bayesiana: stimatori bayesiani, test bayesiani. 13. Il Principio di Jaynes e divergenza di Kullback-Leibler 14. Applicazioni: problemi statistici attuali nelle Biotecnologie 15. Applicazioni: problemi statistici attuali nelle Scienze Socio-Economiche

1. Short revision of fundamentals of Probability Theory, particularly focusing on Bayesian perspective. 2. Descriptive statistics nods, least squares method, its variational formulation and its generalization. 3. Statistical models: the ?Exponential Paradigm? and (a few) examples of non-exponential models. 4. Estimators. Fréchet-Carmér-Rao inequality. Sufficient statistics and complete statistics. 5. Estimation techniques: Moment's method. Maximum likelihood estimation. 5. The Gaussian paradigm: chi-square law, T-Student test, Fisher-Snedecor test. 6. Checking hypoteses: Neyman-Pearson lemma and its implications. 7. Monotonous likelihood ratio and its generalizations. 8. Test on Gaussian samples. 9. Fisher-Snedecor test. Non-parametric tests: chi-quadro learning. 10. Trust intervals: Gaussian samples and pivotal statistics. 11. Linear models and the Gauss-Markov theorem. 12. Bayesian perspective at work: Bayesian estimators and tests. 13. Jaynes principle and the Kullback-Leibler divergence. 14. Applications: actual problems in Biotecnologies. 14. Applications: actual problems in Socio-Economic Sciences.

Prerequisiti: nessuno.

Propedeuticità: nessuna.

Testi di riferimento: Le dispense del Professor Salvadori, disponibili in rete. Gli appunti integranti il corso [per gli argomenti non trattati nelle dispense del Professor Salvadori (statistica descrittiva, teorema di Gauss-Markov, Impostazione Bayesiana)] saranno distribuiti durante le lezioni.

For this course two handouts are already available, the former by Professor Gianfausto Salvadori, available on-line at this website, the latter by Professor Giorgio Parisi, available on-line at this website. Ad-hoc integrations of arguments to be deepened further will be supplied by the teacher lecture by lecture.

Metodi d'esame: esame orale.

The student must face an oral interrogation.

Orario di ricevimento: Lunedì 15-17 o su appuntamento (previo contatto e-mail).

3.23 Complementi di Analisi Matematica (Advanced Mathematical Analysis)

Semestre: II **CFU**: 6 **Ore**: 42 **SSD**: MAT/05

Docente: Donato Passaseo

Breve presentazione e obiettivi del corso:

Il corso, naturale completamento degli insegnamenti di Analisi Matematica precedentemente svolti nel Corso di Laurea Triennale, si propone di fornire agli studenti ulteriori nozioni e strumenti dell'Analisi Matematica. Con lo scopo di consolidare la preparazione matematica dello studente si potranno acquisire strumenti di analisi matematica utili per gli studi della Laurea Magistrale.

The course, natural completion of the teaching of Mathematics previously carried out in the Degree Course, aims to provide some additional knowledge and tools of Analysis. With the aim to consolidate and improve the preparation of the students, in this course one can acquire mathematical analysis tools useful for studies of the Master Degree.

Programma delle lezioni:

- Approfondimenti sui numeri reali: costruzione dei numeri reali, definizione rigorosa e dimostrazione di alcune proprietà delle funzioni elementari, proprietà delle medie.
- Complementi su serie e successioni: successioni per ricorrenza, serie doppie, prodotto alla Cauchy
- Complementi sulle equazioni differenziali ordinarie: teoremi di prolungabilità, esistenza globale, dipendenza continua dal dato, studio qualitativo.
- Teorema del Dini per sistemi, invertibilità locale e globale.
- Dimostrazione dei teoremi di convergenza per serie di Fourier.
- Funzioni positivamente omogenee
- Introduzione alla Teoria del controllo

Note: *si tratta di un programma di massima. E' possibile che alcuni argomenti vengano ridotti/eliminati o, per contro, espansi e trattati in dettaglio. Tali variazioni verranno concordate con gli studenti interessati.*

- *Insights on real numbers: the construction of the real numbers, rigorous definition and proof of some properties of elementary function. Properties of the "averages".*
- *Complements on series and sequences: sequence recursively defined, double series, the Cauchy product.*
- *Complements on ordinary differential equations : the prolongability theorems, global existence, continuous dependence from the data , qualitative study.*
- *Dini's theorem for systems, local and global invertibility.*
- *Proof of convergence theorems for Fourier series.*
- *Positively homogeneous functions.*
- *Introduction to Control Theory.*

Note: *this is a preliminary program. It is possible that some subjects are reduced / eliminated or, contrarily, expanded and treated in detail. These changes will be agreed with the students.*

Prerequisiti: I contenuti dei corsi di Analisi Matematica, Geometria e Algebra.

Propedeuticità: nessuna

Testi di riferimento: Saranno comunicati all'inizio del corso.

Metodi d'esame: L'esame consiste di una prova orale sugli argomenti trattati nel corso.

Orario di ricevimento: Per appuntamento.