

GEOMETRY

- GE1 Affine and projective classification of conics
- GE2 The Gauss-Bonnet Theorem (for surfaces in three dimensional space)
- GE3 Fundamental group and (topological) covering spaces
- GE4 Classification of compact topological surfaces
- GE5 Brouwer Fixed Point Theorem
- GE6 The Riemann-Hurwitz Theorem (for maps between Riemann Surfaces)
- GE7 Projective plane Curves: Bezout Theorem and the degree-genus formula (of Plücker)

ALGEBRA

- AL1 Classification of finitely generated abelian groups
- AL2 The Sylow Theorems
- AL3 Finite fields and their uniqueness
- AL4 The fundamental theorem of Galois Theory
- AL5 Quadratic residues and Quadratic Reciprocity
- AL6 Nullstellensatz (Hilbert “theorem of zeros”)
- AL7 The ring of integers of a number field

MATHEMATICAL ANALYSIS

- AM1 Implicit function theorem
- AM2 Theory of Lebesgue integration
- AM3 Fourier series and Fourier transform
- AM4 Hilbert spaces and spectral theorem for compact self-adjoint operators
- AM5 Power series and analytic functions
- AM6 Cauchy’s integral theorem in complex analysis
- AM7 Theorems of existence and uniqueness for solutions of ordinary differential equations

NUMERICAL ANALYSIS

- AN1 Gaussian elimination; iterative methods in Linear Algebra
- AN2 Vector and matrix norms, condition number
- AN3 Eigenvectors and Eigenvalues
- AN4 Finding roots: Newton method, secant, and tangent methods
- AN5 Lagrangian interpolation and non equispaced interpolation; Chebyshev approximation
- AN6 Newton-Cotes formulas; Gaussian quadrature rule
- AN7 Numerical methods for the ODE systems with initial or boundary values

MATHEMATICAL PHYSICS

- FM1 Integration of conservative, 1D systems
- FM2 Small oscillations around stable points for mechanical systems
- FM3 Two body problems
- FM4 The Hamilton–Jacobi method
- FM5 Lyapunov function: properties and examples
- FM6 Canonical transformations
- FM7 Constrained motions and Lagrangians

List of Subjects for the Oral Exam

PROBABILITY

PR1 Borel-Cantelli lemmas

PR2 Law of large numbers (weak and strong)

PR3 Central limit theorem

PR4 Martingales and Doob's convergence theorem for martingales bounded in L^1

PR5 Tail sigma-algebra and Kolmogorov's zero-one law

PR6 Conditional expectation of a random variable with respect to a sigma-algebra

PR7 Different notions of convergence for sequences of random variables

COMPUTER SCIENCE

IN1 The Speed-Up Theorem for Turing-decidable sets

IN2 P vs NP

IN3 Church-Rosser's theorem in lambda calculus

IN4 Neural Networks and image processing

IN5 Key agreement schemes

IN6 Public-key and private-key encryption systems

IN7 Sorting algorithms (bubblesort, quicksort, etc.)

MATHEMATICAL LOGIC

LM1 The completeness theorem of first-order logic

LM2 The compactness theorem of first-order logic and its consequences

LM3 Recursive functions, Turing completeness, and Church's Thesis

LM4 The cut-elimination theorem for first-order logic

LM5 Ordinals and transfinite induction in ZF set theory

LM6 The Axiom of Choice in ZF set theory

LM7 Gödel's incompleteness theorems

GEOMETRIA

- GE1 Classificazione affine e proiettiva delle coniche
- GE2 Teorema di Gauss-Bonnet (per le superfici nello spazio tridimensionale)
- GE3 Gruppo fondamentale e rivestimenti topologici
- GE4 Classificazione delle superfici topologiche compatte
- GE5 Teorema del punto fisso di Brouwer
- GE6 Teorema di Riemann-Hurwitz (per le applicazioni tra superfici di Riemann)
- GE7 Curve proiettive piane: Teorema di Bezout e formula del genere (di Plucker)

ALGEBRA

- AL1 Classificazione dei gruppi abeliani finitamente generati
- AL2 I teoremi di Sylow
- AL3 Campi finiti e loro unicità
- AL4 Il teorema fondamentale della Teoria di Galois
- AL5 Residui quadratici e reciprocità quadratica
- AL6 Nullstellensatz
- AL7 Anello degli interi di un campo di numeri

ANALISI MATEMATICA

- AM1 Il teorema delle funzioni implicite
- AM2 Teoria dell'integrazione secondo Lebesgue
- AM3 Serie e trasformata di Fourier
- AM4 Spazi di Hilbert e teorema spettrale per operatori compatti auto-aggiunti
- AM5 Serie di potenze e funzioni analitiche
- AM6 Il teorema integrale di Cauchy in analisi complessa
- AM7 Teoremi di esistenza e unicità per soluzioni di equazioni differenziali ordinarie

ANALISI NUMERICA

- AN1 Eliminazione Gaussiana; metodi iterativi in Algebra Lineare
- AN2 Norme di vettori, norme di matrici, numero di condizionamento
- AN3 Calcolo di autovalori e di autovettori
- AN4 Radici di equazioni: metodo di Newton, delle secanti, delle tangenti
- AN5 Interpolazione Lagrangiana e interpolazione non equispaziata; approssimazione di Chebyshev
- AN6 Formule di quadratura di Newton-Cotes; formule di quadratura Gaussiana
- AN7 Metodi numerici per la risoluzione di problemi ai valori iniziali per equazioni differenziali ordinarie e sistemi

FISICA MATEMATICA

- FM1 Integrazione di sistemi unidimensionali conservativi
- FM2 Piccole oscillazioni intorno a equilibri stabili di sistemi meccanici
- FM3 Il problema dei due corpi
- FM4 Il metodo di Hamilton–Jacobi
- FM5 Funzioni di Lyapunov (proprietà, esempi, etc.)
- FM6 Trasformazioni canoniche
- FM7 Lagrangiane e moti vincolati

PROBABILITÀ

PR1 Lemmi di Borel-Cantelli

PR2 Legge dei grandi numeri (debole e forte)

PR3 Teorema del limite centrale

PR4 Martingale e teorema di Doob sulla convergenza di martingale limitate in L^1

PR5 Sigma-algebra coda e legge 0-1 di Kolmogorov

PR6 Valore atteso di una variabile aleatoria condizionata a una sigma algebra

PR7 Diverse nozioni di convergenza per successioni di variabili aleatorie

INFORMATICA

IN1 Il teorema di Speed-up per gli insiemi Turing-decidibili

IN2 P vs NP.

IN3 Il teorema di Church-Rosser nel lambda calcolo.

IN4 Reti Neurali e image processing.

IN5 Schemi per la condivisione delle chiavi.

IN6 Sistemi di cifratura a chiave pubblica e a chiave privata.

IN7 Algoritmi di ordinamento (bubblesort, quicksort, ...).

LOGICA MATEMATICA

LM1 Il teorema di completezza della logica del primo ordine

LM2 Il teorema di compattezza della logica del primo ordine e le sue conseguenze

LM3 Funzioni ricorsive, Turing completezza e la Tesi di Church

LM4 Il teorema di eliminazione del taglio per la logica del primo ordine

LM5 Ordinali ed induzione transfinita nella teoria degli insiemi ZF

LM6 L'assioma di scelta nella teoria degli insiemi ZF

LM7 I teoremi di incompletezza di Gödel