

**Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche**

Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata

Dipartimento di Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate

Università di Padova

**Catalogo corsi**  
**Anno 2010**  
**(Corsi della Scuola e dei due indirizzi di**  
**“Matematica” e “Matematica Computazionale”)**

**Aggiornato al 22 ottobre 2010**

## INTRODUZIONE

L'offerta corsi per il 2010 risulta essere particolarmente attenta ai differenti percorsi culturali degli studenti della Scuola di dottorato in *Scienze Matematiche*. Oltre ai corsi tenuti da docenti afferenti alle Università consorziate del dottorato ed ai corsi mutuati dal Dottorato di *Ingegneria dell'Informazione* dell'Università di Padova (per l'indirizzo di *Matematica Computazionale*), sono stati previsti corsi tenuti da reputati ricercatori esterni, internazionalmente riconosciuti, che hanno dato la loro disponibilità e che non è detto potranno essere riproposti negli anni successivi. Si sottolinea quindi l'importanza per tutti i dottorandi di seguire tali corsi, anche se non strettamente allineati con il loro percorso disciplinare nell'ambito della tesi di dottorato, in quanto sono culturalmente molto validi.

Gli eventuali corsi che non raggiungessero un numero adeguato di partecipanti potranno non essere svolti, a giudizio del Collegio docenti dell'indirizzo coinvolto.

## REQUISITI PER GLI STUDENTI DEL DOTTORATO

Tutti i dottorandi dovranno predisporre, dopo essersi consultati con il loro docente di riferimento, o con il loro supervisore, il piano dei corsi per l'anno 2010. **Le modalità ed i termini saranno comunicati per posta elettronica.** I corsi proposti prevedono un impegno orario differenziato e tutti indicano le modalità di accertamento finale.

È fatto obbligo per i dottorandi, nei **primi due anni**, seguire e **superare l'esame** di almeno **6 corsi**, così suddivisi:

- **2 Corsi della Scuola**
- **2 Corsi dell'indirizzo di competenza (Matematica o Matematica Computazionale).**
- **2 Corsi a scelta tra quelli del proprio indirizzo oppure della Scuola.**

Per gli altri corsi inseriti nel piano personale, pur non essendovi obbligo del superamento dell'esame finale, è fortemente consigliato sostenere lo stesso.

Gli studenti saranno comunque tenuti a partecipare regolarmente alle ore dei corsi selezionati.

Alla fine del corso il docente fornirà al coordinatore del Collegio di indirizzo una valutazione sullo svolgimento del corso e sulle attività degli studenti frequentanti.

## REQUISITI PER PARTECIPANTI ESTERNI AL DOTTORATO

I corsi del presente catalogo, pur facendo parte delle attività proprie della Scuola di dottorato in Scienze Matematiche e pertanto rivolti ai relativi dottorandi, sono comunque aperti a tutti gli studenti, dottorandi e ricercatori, di ogni Scuola di dottorato ed altra sede universitaria, che ne fossero interessati.

Per ragioni di ordine organizzativo, si pregano gli interessati esterni di voler **segnalare la loro partecipazione, almeno due mesi prima dell'inizio del corso (per i corsi che si svolgono da aprile 2010) ed almeno un mese prima dell'inizio del corso (per i corsi che si svolgono sino a marzo 2010).**

Per iscriversi, gli studenti devono **compilare**, per ogni corso, il **modulo in linea** che si trova nel sito della Scuola <http://dottorato.math.unipd.it/> alla voce [Courses Registration](#)

L'iscrizione ad un certo corso impegna il richiedente alla partecipazione allo stesso. In caso di impedimenti, si deve richiedere la cancellazione al corso in modo tempestivo inviando un messaggio alla Segretaria del dottorato. L'iscrizione ai corsi da parte di esterni non obbliga allo svolgimento dei corsi stesso che, in caso di un numero insufficiente di partecipanti potranno non essere svolti, a giudizio del Collegio docenti dell'indirizzo coinvolto.

Segretaria del dottorato: Dott.ssa Angela Puca, Email: [Angela.Puca@unipd.it](mailto:Angela.Puca@unipd.it)

## **Corsi della Scuola di Dottorato in Scienze Matematiche**

1. Prof. Claude Brezinski  
Projections and biorthogonality \* **S-1**
2. Prof. Rafaël Cerf  
Probability **S-3**
3. Prof. Michele Conforti  
Combinatorica poliedrale **S-4**
4. Proff. Tobias Damm e Harald Wimmer  
Applied Linear Algebra \*\* **S-5**
5. Proff. Nicola Fusco, Carlo Mariconda e Giulia Treu  
Calcolo delle Variazioni: il metodo diretto e problemi attuali **S-6**

## **Corsi dell'indirizzo di "Matematica Computazionale"**

1. Prof. C. Altafini  
Bilinear Control Systems: Theory and Applications \*\*\* **MC-1**
2. Prof. Giovanni Andreatta  
Teoria delle code **MC-2**
3. Prof. Giulio Casciola  
Introduzione alla modellazione 3D **MC-3**
4. Proff. Paolo Dai Pra e Francesco Caravenna  
Random graphs and complex networks **MC-4**
5. Prof. Stefano De Marchi  
Introduzione alle Funzioni Radiali di Base (RBF) **MC-5**
6. Prof. Lorenzo Finesso  
Statistical Methods \*\*\* **MC-6**
7. Prof. Paolo Guiotto  
Introduzione alla Teoria dei Semigruppri e Applicazioni alle EDP **MC-7**
8. Prof. Pavel Kitsul  
The Stochastic Processes and their Applications to biology **MC-8**
9. Prof. Giuseppe Lancia  
Algoritmi di approssimazione **MC-9**
10. Proff. Yakov B. Pesin e Giancarlo Benettin  
Sistemi dinamici e Teoria dell'entropia **MC-10**

---

\* Course supported by the "INdAM Visiting Professors program", 2009/10

\*\* Corsi in comune con la Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"

\*\*\* Corsi mutuati dalla Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"

11. Prof. Gianluigi Pillonetto Applied Functional Analysis ***	<b>MC-11</b>
12. Prof. Michela Redivo Zaglia Algoritmi e software per il Calcolo Scientifico	<b>MC-13</b>
13. Prof. Wolfgang Runggaldier Metodi stocastici per la finanza	<b>MC-14</b>
14. Prof. Francesco Ticozzi Topics in Quantum Information ***	<b>MC-15</b>
15. Prof. Tiziano Vargiolu Finanza matematica	<b>MC-16</b>
16. Prof. Rossana Vermiglio Stabilità numerica di sistemi dinamici descritti da equazioni differenziali con ritardo	<b>MC-17</b>
17. Prof. Marco Vianello Teoria dell'Approssimazione Polinomiale	<b>MC-18</b>
18. Prof. Giacomo Zambelli Programmazione lineare	<b>MC-19</b>
19. Prof. Marino Zennaro Metodi numerici per le equazioni differenziali ordinarie <b>Agenda dell'indirizzo di "Matematica Computazionale"</b>	<b>MC-20</b>

### **Corsi dell'indirizzo di "Matematica"**

1. Prof. Fabio Ancona Introduzione alle Leggi di Conservazione Iperboliche	<b>M-1</b>
2. Prof. Martino Bardi Equazioni Differenziali	<b>M-2</b>
3. Prof. Siegfried Bosch Formal and Rigid Geometry	<b>M-3</b>
4. Prof. Franco Cardin Meccanica Simplettica e Applicazioni	<b>M-4</b>
5. Proff. Andrea D'Agnolo e Pietro Polesello Deformazione-quantizzazione in ambito complesso	<b>M-5</b>
6. Prof. Gustavo Adolfo Fernández Alcober Crystallographic groups	<b>M-6</b>
7. Prof. Paolo Guiotto Introduzione alla Teoria dei Semigrupp e Applicazioni alle EDP	<b>M-7</b>

---

\*\*\* Corsi mutuati dalla *Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"*

- |  |             |
|--|-------------|
| 8. Prof. Jorge Mozo Fernández<br>Teoria di Galois differenziale **** | <b>M-8</b>  |
| 9. Convegno-Scuola “ <i>Classical and weak KAM theorem</i> ” *****   | <b>M-9</b>  |
| 10. Minicorsi di “ <i>Analisi Matematica</i> ” *****                 | <b>M-10</b> |

---

\*\*\*\* Course supported by the “*CARIPARO Progetto eccellenza 2008/09*”, Title: “*Differential methods in arithmetic, geometry and algebra*”

\*\*\*\*\* Verrà computato come mezzo corso (con riferimento agli obblighi dei dottorandi)

## **Corsi della Scuola**

# Projections and Biorthogonality \*

Prof. Claude Brezinski<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire Paul Painlevé, UMR CNRS 8524  
Université des Sciences et Technologies de Lille, France  
Email: Claude.Brezinski@univ-lille1.fr*

**Timetable:** 24 hours, Tuesday 14.00-16.00, Wednesday 10.00-12.00. Torre Archimede, Aula 2BC/30 (on March 16, 2010 and March 23, 2010 is held in Aula 2BC/60). First lesson on February 16, 2010.

**Course requirements:** No special prerequisite is needed except the usual concepts concerning linear algebra and vector spaces.

**Examination and grading:** Grading is based on homeworks or a written examination or both.

**Aim:** These lectures are intended to students and researchers in pure and applied mathematics, in numerical analysis, and in scientific computing.

## Course contents:

Operator equations in infinite dimensional vector spaces are important in pure and applied mathematics.

Let  $f \in E$ ,  $b \in F$ , where  $E$  and  $F$  are vector spaces, and  $A : E \rightarrow F$  be a linear operator. We consider the linear operator equation

$$Af = b.$$

Three different problems, by increasing order of difficulty, can be treated

- the direct problem: given  $A$  and  $f$ , compute  $b$ . For example, the computation of a definite integral,
- the inverse problem : given  $A$  and  $b$ , compute  $f$ . For example, the solution of a system of linear equations,
- the identification problem : given  $f$  and  $b$ , compute  $A$ . For example, the approximation of functions.

Usually, the solution of such problems poses quite serious difficulties or is even impossible. Then, the original problem has to be replaced by an approximated one obtained by projection into a finite dimensional space.

The first part of these lectures will be devoted to the theory of projection methods. Application to the solution of large systems of linear equations will be discussed. The notion of biorthogonality, introduced by Banach in 1932, is closely related to projections.

The second part of these lectures will present its theory and its implementation, and give some of its applications.

---

\* Course supported by the “INdAM Visiting Professors program”, 2009/10

1. Projections
  - (a) The setting
  - (b) Extrapolation methods
  - (c) Best approximation
  - (d) Recursive projection
  - (e) The method of moments of Vorobyev
  - (f) Projection methods for systems of equations
    - i. Richardson projection
    - ii. Krylov subspace method
    - iii. Lanczos method
2. Biorthogonality
  - (a) The concept of biorthogonality
  - (b) The general interpolation problem
  - (c) Biorthogonalization processes
  - (d) Recurrences for biorthogonality
  - (e) Applications
    - i. Fredholm equation
    - ii. Padé-type approximants
    - iii. Biorthogonal polynomials
    - iv. Statistics and least squares

## References

- [1] C. Brezinski, *Padé-Type Approximation and General Orthogonal Polynomials*, ISNM, vol. 50, Birkhäuser-Verlag, Basel, 1980.
- [2] C. Brezinski, *Biorthogonality and its Applications to Numerical Analysis*, Marcel Dekker, New York, 1992.
- [3] C. Brezinski, *Projection Methods for Systems of Equations*, North-Holland, Amsterdam, 1997.
- [4] C. Brezinski, M. Redivo-Zaglia, *Extrapolation Methods. Theory and Practice*, North-Holland, Amsterdam, 1991.
- [5] A. Galántai, *Projectors and Projection Methods*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2004.
- [6] N.S. Kurpel', *Projection-Iterative Methods for Solution of Operator Equations*, American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 1976.
- [7] Yu.V. Vorobyev, *Methods of Moments in Applied Mathematics*, Gordon and Breach, New York, 1965.



# Probability

Prof. Rafaël Cerf<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Université de Paris-Sud, Orsay, France*  
Email: rcerf@math.u-psud.fr

**Timetable:** 20 ore, Lunedì e Venerdì ore 10.00 - 12.00. Prima lezione 29 marzo 2010. Torre Archimede, Aula 2BC/30.

**Course requirements:** Basic probability and measure theory.

**Examination and grading:** Grading is based on homeworks or a written examination or both.

**SSD:** MAT/06

**Aim:** The course is designed as an “invitation to probability”: for students with strong interest in probability it provides a solid introduction to modern and widely applied results; more occasional listeners will get the flavor of current research in the subject and will be exposed to technical tools whose interest goes well beyond probability.

## Course contents:

Each of the following subjects will be roughly the content of one lecture.

1. Random walk
2. Weak convergence
3. Poisson process
4. Brownian motion
5. Percolation
6. Large deviations
7. Cramer theorem
8. Sanov theorem
9. Mean Field Ising model

# Combinatorica poliedrale

Prof. Michele Conforti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: conforti@math.unipd.it

**Calendario:** 20 ore, rinviato a gennaio 2011

**Prerequisiti:** Programmazione lineare e programmazione a numeri interi.

**Tipologia di esame:** Scritto

**SSD:** MAT/09

**Programma del corso:**

In questo corso si studierà la struttura dei poliedri (Rappresentazioni interne ed esterne, involuppo affine, cono di recessione, facce minimali e massimali, proiezioni). Lo scopo è quello di rappresentare l'insieme delle soluzioni di alcuni problemi di ottimizzazione combinatoria come vertici di poliedri di cui si conosce la rappresentazione esterna. Questo permette di ottimizzare una funzione lineare su tali insiemi.

# Applied Linear Algebra \*

Prof. Tobias Damm<sup>1</sup>, Prof. Harald Wimmer<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TU Kaiserslautern, Germany  
Email: damm@mathematik.uni-kl.de

<sup>2</sup>University of Würzburg, Germany  
Email: wimmer@mathematik.uni-wuerzburg.de

**Calendario:** 16 ore, Martedì e Giovedì ore 16.30 - 18.30. Prima lezione il 9 marzo 2010. Aula Oe (Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Via Gradenigo 6/a).

**Prerequisiti:** A good working knowledge of basic notions of linear algebra, as e.g. presented in [1].

**Tipologia di esame:** Grading is based on homeworks or a written examination or both.

**Aim:** We study concepts and techniques of linear algebra, which are important for applications and computational issues. A wide range of exercises and problems will be presented such that a practical knowledge of tools and methods of linear algebra can be acquired.

## Topics:

- *Matrix equations and inequalities*
- *Kronecker products and structured matrices*
- *Least squares problems and singular value decomposition*
- *Computational methods*
- *Perturbation theory*

## References:

- [1] E. Gregorio and L. Salce. *Algebra Lineare*. Edizioni Libreria Progetto, Padova, 2005.
- [2] A.J. Laub. *Matrix Analysis for Scientists and Engineers*, SIAM, Philadelphia, 2005,
- [3] C.D. Meyer. *Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*, SIAM, Philadelphia, 2000.
- [4] L. N. Trefethen and D. Bau *Numerical Linear Algebra*. SIAM, Philadelphia, 2000.

---

\* Corso in comune con la Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"

# Calcolo delle Variazioni: il metodo diretto e problemi attuali

Proff. Nicola Fusco<sup>1</sup>, Carlo Mariconda, Giulia Treu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Università di Napoli  
Dipartimento di Matematica ed Applicazioni "Renato Cacciopoli"  
Email: nicola.fusco@unina.it

<sup>2</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: {maricond, treu}@math.unipd.it

**Calendario:** 22 ore di lezione, Torre Archimede, aula 2BC/30, ore 10.30-12.30, nei giorni 13, 15, 17, 20, 22, 24, 27, 28, 29, 30 settembre e 1 ottobre 2010.

**Prerequisiti:** Argomenti classici dei corsi di Analisi Matematica e Analisi Funzionale.

**Tipologia di esame:** Seminario di approfondimento su un argomento specifico trattato nel corso.

**SSD:** MAT/05

**Obiettivi del corso:** Nella parte preliminare si vogliono introdurre alcuni argomenti classici del Calcolo delle Variazioni. Nella parte monografica si vuole fornire un esempio di applicazione e di sviluppo delle tecniche classiche per lo studio di argomenti applicativi di recente interesse.

**Programma del corso:**

1. *Introduzione al Calcolo delle Variazioni.*(10/12 ore) Il Metodo Diretto del Calcolo delle Variazioni: coercitività e semicontinuità. Esempi di rilassamento. Minimi e equazione di Eulero. Esempi di problemi con vincoli. Cenni sui risultati classici di regolarità. Gli argomenti trattati in questa parte del corso saranno svolti in alcuni casi significativi lasciando gli approfondimenti a eventuali seminari degli studenti interessati.
2. *Parte monografica.*(8/10 ore) Problemi di frontiera libera per la sovrapposizione di membrane sottili.

**Bibliografia:** Sarà fornita all'inizio del corso.

**Lingua:** Italiano o inglese.

**Corsi dell'indirizzo di  
"Matematica Computazionale"**

# Bilinear Control Systems: Theory and Applications \*\*

Prof. Claudio Altafini<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SISSA (Int. School for Advanced Studies), Trieste  
Email: [altafini@sissa.it](mailto:altafini@sissa.it)

**Calendario:** 16 ore, Lunedì e Mercoledì ore 14.30 - 16.30. Prima lezione il 3 maggio 2010. Aula DEI/G (Piano 3, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Via Gradenigo 6/a).

**Prerequisiti:** Basic courses of automatic control and linear systems theory.

**Tipologia di esame:** The grading will be based on homeworks.

**Aim:** Bilinear Systems are an important class of nonlinear control systems. The course aims at giving an overview of the main control problems and of some of the mathematical tools (notably differential geometric and Lie algebraic methods) required in the study of bilinear control systems.

## Topics:

### 1. Introductory material

- manifolds, vector fields, tangent spaces;
- orbits of vector fields and Frobenius Theorem;
- controllability and Chow Theorem;
- drift versus driftless systems, accessibility versus controllability;

### 2. Bilinear control systems

- bilinear systems and matrix transition Lie groups;
- structure of matrix Lie groups (homogeneous spaces, transitivity, exponential map and canonical coordinates);
- Lie algebras (Levi decomposition, semisimplicity, solvability, nilpotency, Cartan criteria);
- controllability properties for bilinear control systems on matrix Lie groups;

### 3. Control methods

- feedback linearization;
- system inversion and differential flatness;
- feedback stabilization;

### 4. Applications

- rigid body motion (rigid bodies on  $SO(3)$  and  $SE(3)$ ; system on a sphere);
- nonholonomic systems (trailer systems, chained form);
- switching systems (simultaneous stability);
- quantum control systems (Schrödinger equation, Liouville equation).

**References:** There is no book specific for the geometric aspect of bilinear control systems that will be treated in the course. Some parts can be found in V. Jurdjevic. Geometric Control Theory, Cambridge Univ. Press. 1997. Reading material will be provided during the course.

---

\*\* Corso mutuato dalla Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"

# Teoria delle code

Prof. Giovanni Andreatta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università di Padova*  
*Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata*  
*Email: giovanni@math.unipd.it*

**Calendario:** 12 ore, di cui 6 svolte presso le aule di Statistica (Complesso S. Caterina, Via C. Battisti, 241/243) nei giorni:

13 aprile 2010, ore 12.30-14.30, aula Benvenuti

15 aprile 2010, ore 8.30-10.30, aula SC30

16 aprile 2010, ore 10.30-12.30, aula Benvenuti

Altre 3 lezioni da due ore, da definire

**Prerequisiti:** Conoscenza elementare del Calcolo delle Probabilità.

**Tipologia di esame:** Prova scritta più tesina o homeworks.

**SSD:** MAT/09

**Programma del corso:**

1. Introduzione. Processo Poissoniano. Formula di Little. Incidenza casuale.
2. Processi di nascite e morti.
3. Processi M/M/1; M/M/n; M/M/infinito; M/G/1.
4. Reti di code.
5. Code e simulazione.
6. Argomento dell'ultima lezione da definire.

# Introduzione alla Modellazione 3D

Prof. Giulio Casciola<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università di Bologna*  
*Dipartimento di Matematica*  
*Email: casciola@dm.unibo.it*  
*Web: www.dm.unibo.it/~casciola/*

**Calendario:** 16 ore svolte nei giorni

23 giugno 2010 ore 10.30-13.15 e 14.00-16.30  
24 giugno 2010 ore 10.30-13.15 e 14.00-16.30  
25 giugno 2010 ore 10.30-13.15 e 14.00-16.45.

**Prerequisiti:** nessuno.

**Tipologia di esame:** colloquio orale.

**SSD:** MAT/08 Analisi Numerica

**Obiettivi del corso:**

Il corso vuole portare a conoscenza degli studenti quel settore della matematica computazionale che si occupa della modellazione di forme 3D. Le applicazioni del 3D sono in continua e costante crescita un po' in tutti settori e spaziano dal tradizionale settore della progettazione assistita al calcolatore (CAD) all'apparentemente più futile, ma non meno produttivo, settore dei videogiochi e dell'entertainment in genere.

**Programma del corso:**

Primitive geometriche di modellazione (mesh poligonali, superfici NURBS, superfici Subdivision), tool di modellazione, esempi di sistemi software, applicazioni.



# Random graphs and complex networks

Prof. Paolo Dai Pra, Prof. Francesco Caravenna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova

Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata

Email: [daipra@math.unipd.it](mailto:daipra@math.unipd.it), [francesco.caravenna@math.unipd.it](mailto:francesco.caravenna@math.unipd.it)

**Calendario:** 16 ore, Lunedì e Martedì ore 15.00 - 17.00. Prima lezione 13 settembre 2010.  
Torre Archimede.

**Prerequisiti:** Probabilità con teoria della misura.

**Tipologia di esame:** Colloquio orale.

**SSD:** MAT/06

**Programma del corso:**

1. Branching processes: survival vs. extinction.
2. Erdős-Rényi random graphs: phase transition, large clusters.
3. Inhomogeneous random graphs: random graphs with weights, degree distribution.
4. Dynamic models: preferential attachment models.

# Introduzione alle Funzioni Radiali di Base (RBF)

Prof. Stefano De Marchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: demarchi@math.unipd.it

**Calendario:** 12 ore, nei giorni

8 marzo 2010 ore 10.00-12.00, 14.00-16.00

15 marzo 2010 ore 10.00-12.00, 14.00-16.00

22 marzo 2010 ore 10.00-12.00, 14.00-16.00

**Prerequisiti:** Analisi Funzionale e Analisi Numerica.

**Tipologia di esame:** da definire.

**SSD:** MAT/08

**Programma:**

Verranno trattati i seguenti argomenti

1. Funzioni radiali definite positive (2h)
2. Funzioni radiali condizionatamente definite positive (2h)
3. Funzioni radiali a supporto compatto. Funzioni di Wendland (2h)
4. Spazi nativi, funzione potenza e stime dell'errore (2h)
5. Interpolazione di "scattered data" e cenni alle tecniche di scelta del parametro di forma (2h)
6. Proprietà di ottimalità delle interpolanti RBF e cenni al problema dei minimi quadrati (2h)

# Statistical Methods \*\*

Prof. Lorenzo Finesso<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Ingegneria Biomedica, ISIB-CNR, Padova  
Email: lorenzo.finesso@isib.cnr.it

**Calendario:** 24 ore, Lunedì e Mercoledì, ore 10.30 - 12.30. Prima lezione il 7 giugno 2010. Aula DEI/G (Piano 3, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Via Gradenigo 6/a).

**Prerequisiti:** Basics of Probability Theory and Linear Algebra.

**Tipologia di esame:** homework assignments and take-home exam.

**Aim:** The course will present a survey of statistical techniques which are important in applications. The unifying power of the information theoretic point of view will be stressed.

## Topics:

*Background material.* The noiseless source coding theorem will be quickly reviewed in order to introduce the basic notions of entropy and informational divergence (Kullback-Leibler distance) of probability measures. The analytical and geometrical properties of the divergence will be presented.

*Divergence minimization problems.* Three basic minimization problems will be posed and, on simple examples, it will be shown that they produce the main methods of statistical inference: hypothesis testing, maximum likelihood, maximum entropy.

*Multivariate analysis methods.* Study of the probabilistic and statistical aspects of the three main methods: Principal Component Analysis (PCA), Canonical Correlations (CC) and Factor Analysis (FA). In the spirit of the course these methods will be derived also via divergence minimization. Time permitting there will be a short introduction to the Nonnegative Matrix Factorization method as an alternative to PCA to deal with problems with positivity constraints.

*EM methods.* The Expectation-Maximization method was introduced as an algorithm for the computation of Maximum Likelihood (ML) estimator with partial observations (incomplete data). We will present the EM method as an alternating divergence minimization algorithm (à la Csizsár Tusnády) and show its application to the ML estimation of Hidden Markov Models.

*The MDL method.* The Minimum Description Length method of Rissanen will be presented as a general tool for model complexity estimation.

**References:** A set of lecture notes and a list of references will be posted on the web site of the course.

---

\*\* Corso mutuato dalla Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"

# Introduzione alla Teoria dei Semigrupp e Applicazioni alle EDP <sup>†</sup>

Prof. Paolo Guiotto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: [parsifal@math.unipd.it](mailto:parsifal@math.unipd.it)

**Calendario:** 30 ore, lunedì, mercoledì e giovedì, ore 11.30-13.15 in Aula 2AB/45 ed il martedì, ore 11.30-13.15 in Aula 1BC/45. Prima lezione 17 maggio 2010. La lezione del 2 giugno verrà recuperata il 4 giugno in Aula 2AB/45. Aule di Torre Archimede.

**Prerequisiti:** analisi funzionale in spazi normati (e.g. primi tre capitoli del libro di Haïm Brezis, *Analisi Funzionale. Teoria e Applicazioni*, Liguori ed.); familiarità con l'analisi complessa di base; elementi di probabilità.

**Tipologia di esame:** A scelta prova scritta o seminario.

**SSD:** MAT/05

**Obiettivi del corso:** Il corso di propone di introdurre alla teoria dei semigrupp, tool fondamentale nello studio dei problemi di evoluzione (PDE e SPDE)

**Programma del corso:**

1. Semigrupp fortemente continui: generatore infinitesimale, costruzione di un semigrupp a partire dal generatore (formula esponenziale, teorema di Hille-Yosida), trasformata di Laplace
2. Semigrupp analitici: operatori settoriali, calcolo funzionale e generazione di un semigrupp analitico, potenze frazionarie di operatori non limitati.
3. (\*) Applicazione alle EDP lineari e non lineari: generazione di un semigrupp da un operatore differenziale di ordine  $2m$ ; applicazioni alle equazioni del calore, delle onde e di Schrodinger; equazioni semilineari.
4. Semigrupp di Markov: legame con processi stocastici, effetto regolarizzante, ultracontrattività, disuguaglianza logaritmica di Sobolev; (\*) applicazioni a EDP in infinite variabili.

**Bibliografia:**

- Pazy (1983), *Semigroup of Linear Operators and Application to Partial Differential Equations*, Springer
- Friedman (1969), *Partial Differential Equations*,
- Holt Rinehart and Wilson Davies (1989), *Heat Kernels and Spectral Theory*, Cambridge Univ. Press
- Gross (1973), *Logarithmic Sobolev Inequalities*, Amer. Journ. of Math.
- Fukushima, Oshima, Takeda (1994), *Dirichlet Forms and Symmetric Markov Processes*, de Gruyter Stud. in Math.
- Sarà disponibile una dispensa sul materiale effettivamente presentato.

---

<sup>†</sup> Corso mutuato dal corso istituzionale di Analisi Funzionale 2, Laurea Magistrale in Matematica

(\*) Questa parte verrà trattata parzialmente/integralmente compatibilmente con il tempo a disposizione e gli interessi dei partecipanti.

# The Stochastic Processes and their Applications to biology

Prof. Pavel Kitsul<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Minnesota State University, USA  
Email: pavel.kitsul@mnsu.edu

**Calendario:** 20 ore, Lunedì e Venerdì ore 9.00 - 11.00. Prima lezione 21 maggio 2010. Torre Archimede, Aula 2BC/30.

**Prerequisiti:** nozioni di base di Calcolo delle Probabilità (utili, ma non necessarie)

**Tipologia di esame:** colloquio orale.

**SSD:** MAT/06

**Programma del corso:**

## A. THEORY

1. Brief Review of Probability Theory
2. Some Facts from Matrix Theory
3. Discrete Time Markov Chains
4. Brownian Motion and Diffusion Processes
5. Ito Stochastic Integral and Stochastic Chain Rule (Ito Formula)
6. Stochastic Differential Equations
7. Poisson Processes

## B. APPLICATIONS

1. Biological Applications of Discrete Time Markov Chains:
  - (a) general birth and death process
  - (b) stochastic SIS epidemic models
  - (c) chain binomial epidemic models
  - (d) logistic growth process
  - (e) genetic inbreeding problem
2. Biological Applications of Stochastic Differential Equations (SDE):
  - (a) Ito SDEs for linear growth models
  - (b) Ito SDEs for interacting populations
  - (c) Ito SDEs for logistic growth process with environmental variations
  - (d) Ito SDEs for stochastic population genetics models

# Algoritmi di approssimazione

Prof. Giuseppe Lancia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Udine  
Dipartimento di Matematica e Informatica  
Email: [lancia@dimi.uniud.it](mailto:lancia@dimi.uniud.it)

**Calendario:** 12 ore, Torre Archimede, Aula 1BC/45 nei giorni

18 novembre 2010 ore 14.30-17.30

25 novembre 2010 ore 14.30-17.30

26 novembre 2010 ore 11.30-13.30, 14.30-17.30

**Prerequisiti:** nessuno.

**Tipologia di esame:** *take home* scritto.

**SSD:** MAT/09

**Programma:**

- Esistenza e difficoltà di approssimabilità polinomiale.
- Classe APX.
- Polynomial Time Approximation Schemes (PTAS) e problemi di schedulazione.
- Algoritmo 2-approx del MST e 1.5-approx di Christofides per il TSP metrico.
- Vari esempi di 2-approssimazione per il Vertex Cover.
- Algoritmo 1/2-approx per il Max-Cut.
- Algoritmi approssimati randomizzati e loro de-randomizzazione
- Algoritmo greedy e applicazioni di rounding per il Set Covering.

# Sistemi dinamici e Teoria dell'entropia

Proff. Yakov B. Pesin<sup>1</sup>, Giancarlo Benettin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Pennsylvania State University  
Department of Mathematics  
Email: pesin@math.unipd.it*

<sup>2</sup>*Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: benettin@math.unipd.it*

**Calendario:** 12 ore di corso ed un seminario, Torre Archimede, nei giorni

20 aprile 2010, ore 15.00-17.00 Aula 1A/150  
22 aprile 2010, ore 15.00-17.00 Aula 1A/150  
27 aprile 2010, ore 15.00-17.00 Aula 1A/150  
3 maggio 2010, ore 15.00-17.00 Aula 2BC/30  
4 maggio 2010, ore 16.00-18.00 Aula 1BC/50  
5 maggio 2010, ore 16.00-17.00 Aula 1BC/50 (seminario)  
6 maggio 2010, ore 16.00-18.00 Aula 2BC/60

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Tipologia di esame:** Da definire.

**SSD:** MAT/05, MAT/07

**Programma del corso:**

Nella parte preliminare, tenuta dal Prof. Benettin, si effettuerà un'introduzione alla teoria ergodica.

Nella parte monografica, tenuta dal Prof. Pesin, verranno svolti i seguenti argomenti:

**Lecture 1** The notion of the Lyapunov exponent with application to the Lyapunov stability theory of ODE, the Lyapunov-Perron regularity and the Oseledets Multiplicative Ergodic theorem.

**Lecture 2** Examples of systems with non-zero exponents: the Katok map and the Shub-Wilkinson map, also if time permits the geodesic flows on surfaces of nonpositive curvature.

**Lecture 3** Stable manifold theorem and absolute continuity. Ergodic properties of volume-preserving maps with nonzero exponents including ergodicity, mixing and the entropy formula.

Yakov Pesin è uno degli allievi più brillanti della scuola di Sistemi Dinamici che è fiorita a Mosca a seguito, soprattutto, di Kolmogorov e Sinai. Nei primi anni '90 ha lasciato la Russia, per stabilirsi negli Stati Uniti, alla Penn State University.

**Bibliografia:**

L. Barreira, Y. B. Pesin *Lyapunov exponents and smooth ergodic theory*, UNIVERSITY LECTURE SERIES, V. 23, AMS, PROVIDENCE, 2001 ISBN: 0-8218-2921-1

# Applied Functional Analysis \*\*

Prof. Gianluigi Pillonetto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università di Padova  
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione  
Email: giapi@dei.unipd.it

**Calendario:** 28 ore, Martedì e Giovedì ore 10.30 - 12.30. Prima lezione il 21 settembre 2010. Aula DEI/G (Piano 3, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Via Gradenigo 6/a).

## Prerequisiti:

1. The classical theory of functions of real variable: limits and continuity, differentiation and Riemann integration, infinite series and uniform convergence.
2. The arithmetic of complex numbers and the basic properties of the complex exponential function.
3. Some elementary set theory.
4. A bit of linear algebra.

**Tipologia di esame:** Homework assignments and final test.

**Aim:** The course is intended to give a survey of the basic aspects of functional analysis, operator theory in Hilbert spaces, regularization theory and inverse problems.

## Topics:

1. *Review of some notions on metric spaces and Lebesgue integration:* Metric spaces. Open sets, closed sets, neighborhoods. Convergence, Cauchy sequences, completeness. Completion of metric spaces. Review of the Lebesgue integration theory. Lebesgue spaces.
2. *Banach and Hilbert spaces:* Normed spaces and Banach spaces. Finite dimensional normed spaces and subspaces. Compactness and finite dimension. Bounded linear operators. Linear functionals. The finite dimensional case. Normed spaces of operators and the dual space. Weak topologies. Inner product spaces and Hilbert spaces. Orthogonal complements and direct sums. Orthonormal sets and sequences. Representation of functionals on Hilbert spaces. Hilbert adjoint operator. Self-adjoint operators, unitary operators.
3. *Fourier transform and convolution:* The convolution product and its properties. The basic  $L^1$  and  $L^2$  theory of the Fourier transform. The inversion theorem.
4. *Compact linear operators on normed spaces and their spectrum:* Spectral properties of bounded linear operators. Compact linear operators on normed spaces. Spectral properties of compact linear operators. Spectral properties of bounded self-adjoint operators, positive operators, operators defined by a kernel. Mercer Kernels and Mercer's theorem.
5. *Reproducing kernel Hilbert spaces, inverse problems and regularization theory:* Reproducing Kernel Hilbert Spaces (RKHS): definition and basic properties. Examples of RKHS. Function estimation problems in RKHS. Tikhonov regularization. Support vector regression and regularization networks. Representer theorem.

---

\*\* Corso mutuato dalla Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"



All the necessary material can be found in W. Rudin's book *Principles of Mathematical Analysis* (3rd ed., McGraw-Hill, 1976). A summary of the relevant facts will be given in the first lecture.

**References:**

- [1] E. Kreyszig, *Introductory Functional Analysis with Applications*, John Wiley and Sons , 1978.
- [2] M. Reed and B. Simon, *Methods of Modern Mathematical Physics, vol. I, Functional Analysis*, Academic Press, 1980.
- [3] G. Wahba. *Spline models for observational data*. SIAM, 1990.
- [4] C.E. Rasmussen and C.K.I. Williams. *Gaussian Processes for Machine Learning*. The MIT Press, 2006.

# Algoritmi e software per il Calcolo Scientifico

Prof. Michela Redivo-Zaglia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: Michela.RedivoZaglia@unipd.it

**Calendario:** 10 ore, Mercoledì e Giovedì ore 14.00 - 16.00. Prima lezione 20 ottobre 2010. Torre Archimede.

**Prerequisiti:** nessuno.

**Tipologia di esame:** Tesina finale.

**SSD:** MAT/08

**Programma:**

Poiché il livello ed il tipo di conoscenze dei possibili partecipanti a corsi di questo tipo è di solito molto eterogeneo, non si richiederà alcuna solida base di informatica, di algoritmica, di programmazione e di Analisi Numerica, ma solo una minima conoscenza di tali tematiche e di saper utilizzare un computer. I contenuti saranno accessibili a tutti e l'obiettivo finale è quello di fornire a tutti gli studenti una base comune di conoscenze tale da metterli in grado di poter utilizzare, durante il periodo del dottorato, del software già sviluppato (ad esempio librerie per il calcolo scientifico) oppure programmi da essi sviluppati utilizzando i più noti linguaggi di programmazione.

Gli argomenti principali trattati saranno:

- Dal problema all'algoritmo: le fasi dello sviluppo algoritmico. Basi ed applicazioni.
- I linguaggi di programmazione orientati alle varie discipline della matematica computazionale.
- Le principali librerie software.
- L'ambiente di programmazione MATLAB.

# Metodi stocastici per la finanza †

Prof. Wolfgang Runggaldier<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: [runggal@math.unipd.it](mailto:runggal@math.unipd.it)

**Calendario:** 56 ore svolte dall'8 aprile 2010 all'11 giugno 2010, Torre Archimede, nei giorni

Lunedì e Mercoledì ore 15.30-17.30, Aula 2AB/45

Martedì ore 14.30-16.30, Lab/TA (Prof. T. Vargiolu)

Giovedì ore 16.30-17.30, Aula 2AB/45

**Prerequisiti:** Corso di *Probabilità*, di *Analisi stocastica* oppure *Introduzione ai Processi di Diffusione* (o conoscenze equivalenti).

**Tipologia di esame:** Esame orale oppure una relazione o tesina finale (a scelta).

**SSD:** MAT/06

## **Programma:**

Si tratta di un corso di finanza matematica stocastica che tratta argomenti analoghi al corso *Finanza matematica* della laurea triennale, ma ad un livello matematicamente più avanzato nel senso che vengono trattati modelli a tempo continuo il che richiede l'uso di tecniche dell'analisi stocastica. Si considera quindi come propedeutico il corso di *Analisi stocastica*. Nello stesso tempo questo corso può anche vedersi come un completamento di quello di *Analisi stocastica* nel senso che elabora una applicazione concreta e molto attuale dei concetti introdotti in quel corso.

Gli argomenti trattati sono:

- Nozioni preliminari;
- Valutazione di derivati in assenza di arbitraggio quando i prezzi dei titoli primari seguono una diffusione;
- Il problema della copertura (hedging) di derivati in modelli di mercato a tempo continuo; mercati completi;
- Cenno ai mercati incompleti ed approcci alla copertura in tali mercati;
- Teoria classica della struttura a termine;
- Modelli per i tassi a termine (approccio "Heath-Jarrow-Morton")
- Cambiamento di "numeraire"; valutazione di opzioni quando il tasso a breve è stocastico.
- Eventuale argomento ulteriore: modelli di mercato quando i prezzi seguono un processo diffusivo con salti.

Testo base : T.Bjoerk, *Arbitrage Theory in Continuous Time*, Oxford University Press 1998.

Eventuale letteratura aggiuntiva distribuita dal docente.

---

† Corso mutuato dall'omonimo corso istituzionale, Laurea Magistrale in Matematica

# Topics in Quantum Information \*\*

Prof. Francesco Ticozzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università di Padova*  
*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione*  
*Email: ticozzi@dei.unipd.it*

**Calendario:** 16 ore, Martedì e Giovedì ore 10.30 - 12.30. Prima lezione 8 giugno 2010. Aula DEI/G (Piano 3, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Via Gradenigo 6/a).

**Prerequisiti:** Standard linear algebra and probability theory.

**Tipologia di esame:** Homeworks and final project.

**Aim:** The Course aims to serve as an introduction to a selection of topics of interest in quantum information theory, with a focus on the role of uncertainty and noise. A mathematically consistent approach will be developed, in order to tackle problems of information encoding, communication and error-correction for finite-dimensional systems.

## Topics:

1. **Quantum Theory as a Probability Theory;** Densities, observable quantities, measurements in a non-commutative setting. Unitary dynamics. Composite systems and entanglement. Partial trace and marginal densities.
2. **Quantum Information Distances, Uncertainty and Distinguishability;** Entropy, relative entropy, trace norm, their interpretation and basic properties. Fidelity and related quantities.
3. **Quantum Dynamical Systems and Noise;** Open quantum systems and quantum operations. Kraus representation theorem. Errors and Markov noise models. Examples for two-level systems.
4. **Encoding Information in Quantum Systems;** The logical qubit. Encoding qubits in physical systems, operational requirements and "good codes". Quick overview of the network model.
5. **Classical and Quantum Information over Quantum Channels;** No-cloning theorem. Schumacher's quantum noiseless coding theorem. The Holevo-Schumacher-Westmoreland theorem.
6. **Introduction to Quantum Error-Correction;** Classical and quantum error correction. Stabilizer codes. Concatenation and threshold theorem. Notes on subsystem codes.

**References:** The main reference is M. A. Nielsen and I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum information* (Cambridge, 2000). Other relevant references, on-line notes and research papers will be provided during the course.

---

\*\* Corso mutuato dalla *Scuola di Dottorato in "Ingegneria dell'Informazione"*

# Finanza matematica

Prof. Tiziano Vargiolu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: [vargiolu@math.unipd.it](mailto:vargiolu@math.unipd.it)

**Calendario:** 10 ore, Mercoledì e Giovedì ore 14.30 - 16.30. Prima lezione 15 settembre 2010.  
Torre Archimede.

**Prerequisiti:** ??.

**Tipologia di esame:** Orale.

**SSD:** MAT/06

**Programma:**

Il modello e la formula di Black-Scholes. Equazione di Kolmogorov e formula di Feynman-Kac. Misure di martingala equivalenti: cambio di probabilità e cambio di numeraire, primo e secondo teorema fondamentale del prezzaggio di titoli. Altre applicazioni: opzioni di scambio, opzioni con tasso stocastico.

# Stabilità numerica di sistemi dinamici descritti da equazioni differenziali con ritardo

Prof. Rossana Vermiglio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Udine  
Dipartimento di Matematica e Informatica  
Email: rossana.vermiglio@dimi.uniud.it

**Calendario:** 10 ore, Torre Archimede, Aula 2BC/30 nei giorni:

8 novembre 2010 ore 14.00-16.30

9 novembre 2010 ore 9.00-10.30, 14.00-16.30

10 novembre 2010 ore 9.00-10.30, 14.00-16.00

**Prerequisiti:** corso di Analisi Numerica di base.

**Tipologia di esame:** Relazione finale.

**SSD:** MAT/08

## **Programma:**

Stabilità numerica di sistemi dinamici descritti da equazioni differenziali con ritardo.

I sistemi dinamici si incontrano nella modellizzazione di diversi fenomeni naturali e il loro studio è concentrato principalmente sulla possibilità di predire il comportamento del sistema che evolve nel tempo variando sia alcuni parametri di controllo sia lo stato iniziale. Un aspetto cruciale è rappresentato dallo studio della stabilità delle soluzioni e l'analisi numerica può fornire un contributo importante nella comprensione e descrizione della dinamica del sistema, attraverso la costruzione di algoritmi efficienti ed accurati.

In questo corso saranno presentati sistemi dinamici descritti da equazioni differenziali con ritardo. Per tali sistemi l'evoluzione futura dipende anche dalla storia passata. Interessanti applicazioni si trovano, per esempio, nella teoria del controllo, dove il ritardo viene usato per stabilizzare il sistema.

Si prevede di definire i concetti base di stabilità, asintotica stabilità e condizioni per la stabilità asintotica partendo dai sistemi differenziali ordinari lineari autonomi e generalizzando le definizioni ai sistemi lineari autonomi con ritardo. Si presenteranno gli approcci numerici più recenti per tale studio, fornendo alcuni esempi della loro applicazione al variare dei parametri sia per l'analisi della biforcazione e sia per la descrizione delle mappe di stabilità.

L'esame finale del corso prevede la scrittura di una breve relazione su un aspetto presentato durante il corso su indicazione del docente e/o dottorando.

# Teoria dell'approssimazione polinomiale

Prof. Marco Vianello<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: marcov@math.unipd.it

**Calendario:** 10 ore, nei giorni

- 1 marzo 2010 ore 15.00-17.00
- 2 marzo 2010 ore 16.15-18.15
- 3 marzo 2010 ore 15.00-17.00
- 4 marzo 2010 ore 15.00-17.00
- 5 marzo 2010 ore 15.00-17.00

**Prerequisiti:** un corso di base di Calcolo Numerico.

**Tipologia di esame:** orale.

**SSD:** MAT/08

**Programma:**

1. Costante di Lebesgue, teorema di Jackson, convergenza e stabilità dell'interpolazione polinomiale.
2. Teoremi di Polya-Steklov e di Stieltjes sulla convergenza delle formule di quadratura, esempi.
3. Introduzione all'approssimazione polinomiale multivariata e alle formule di cubatura.

# Programmazione lineare †

Prof. Giacomo Zambelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: giacomo@math.unipd.it

**Calendario:** 30 ore, Martedì e Giovedì, ore 11.30-13.15, Venerdì ore 9.30-11.15, Torre Archimede.  
Prima lezione 8 aprile 2010.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Tipologia di esame:** Scritto.

**SSD:** MAT/09

**Programma:**

- Terminologia e preliminari.
- Problemi in forma canonica e forma standard.
- Dualità: teoremi di dualità, teorema degli scarti complementari.
- Metodo del simplesso.
- Terminazione del metodo del simplesso.
- Metodo delle due fasi e lemma di Farkas.
- Performance teorica dell'algoritmo del simplesso.

---

† Corso mutuato dal corso istituzionale “*Ottimizzazione Discreta*”, Laurea in Matematica, trimestre III



# Metodi numerici per le equazioni differenziali ordinarie

Prof. Marino Zennaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università di Trieste*  
*Dipartimento di Matematica e Informatica*  
*Email: zennaro@units.it*

**Calendario:** 16 ore, Torre Archimede, nei giorni

4 febbraio 2010 ore 14.00-18.00, Aula 2BC/30

5 febbraio 2010 ore 9.00-13.00, Aula 1BC/45

11 febbraio 2010 ore 14.00-18.00, Aula 2BC/30

12 febbraio 2010 ore 9.00-13.00, Aula 1BC/45

**Prerequisiti:** consigliabile aver frequentato un corso di Analisi Numerica di base.

**Tipologia di esame:** Prova scritta.

**SSD:** MAT/08

**Programma:**

Esistenza ed unicità della soluzione e dipendenza continua dai dati per il problema iniziale  $y'(x) = f(x, y(x)), y(x_0) = y_0$ .

Costante di Lipschitz classica e costante di Lipschitz unilaterale destra.

Metodi a un passo in generale; metodi Runge-Kutta di tipo esplicito ed implicito.

Definizione di errore locale di troncamento e di discretizzazione per i metodi a un passo e definizione di consistenza di ordine  $p$ .

Teorema di convergenza con ordine  $p$  per i metodi a un passo. Condizioni dell'ordine per i metodi Runge-Kutta. Barriere dell'ordine per metodi espliciti ed impliciti.

Implementazioni a passo variabile. Coppie di metodi annidati di tipo Runge-Kutta-Fehlberg e di tipo Dormand-Prince.

## gennaio 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
27	28	29	30	31 * +	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

## febbraio 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
31	1	2	3	4 * ZENNARO 14.00-18.00	5 * ZENNARO 9.00-13.00	6
7	8	9	10	11 * ZENNARO 14.00-18.00	12 * ZENNARO 9.00-13.00	13
14	15	16	17	18	19	20
		* BREZINSKI 14.00-16.00	* BREZINSKI 10.00-12.00			
21	22	23	24	25	26	27
		* BREZINSKI 14.00-16.00	* BREZINSKI 10.00-12.00			
28	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13

## marzo 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
28	1 * VIANELLO 15.00-17.00	2 * VIANELLO 16.15-18.15 * BREZINSKI 14.00-16.00	3 * BREZINSKI 10.00-12.00 * VIANELLO 15.00-17.00	4 * VIANELLO 15.00-17.00	5 * VIANELLO 15.00-17.00	6
7	8 * DE MARCHI 10-12, 14-16	9 * BREZINSKI 14.00-16.00 * DAMM 16.30-18.30	10 * BREZINSKI 10.00-12.00	11 * DAMM 16.30-18.30	12	13
14	15 * DE MARCHI 10-12, 14-16	16 * BREZINSKI 14.00-16.00 * DAMM 16.30-18.30	17 * BREZINSKI 10.00-12.00	18 * DAMM 16.30-18.30	19	20
21	22 * DE MARCHI 10-12, 14-16	23 * BREZINSKI 14.00-16.00 * DAMM 16.30-18.30	24 * BREZINSKI 10.00-12.00	25 * DAMM 16.30-18.30	26	27
28	29 * CERF 10.00-12.00	30 * DAMM 16.30-18.30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

## aprile 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
28	29	30	31	1 * DAMM 16.30-18.30	2 * CERF 10.00-12.00	3
4	5 * LUNEDI' DELL'ANGELO	6	7	8 * ZAMBELLI 11.30-13.15 * RUNGGALDIER 16.30-17.30	9 * ZAMBELLI 9.30-11.15 * CERF 10.00-12.00	10
11	12 * CERF 10.00-12.00 * RUNGGALDIER 15.30-17.30	13 * RUNGGALDIER 14.30-16.30 * ANDREATTA 12.30-14.30 * ZAMBELLI 11.30-13.15	14 * RUNGGALDIER 15.30-17.30	15 * ANDREATTA 8.30-10.30 * ZAMBELLI 11.30-13.15 * RUNGGALDIER 16.30-17.30	16 * ANDREATTA 10.30-12.30 * ZAMBELLI 9.30-11.15 * CERF 10.00-12.00	17
18	19 * CERF 10.00-12.00 * RUNGGALDIER 15.30-17.30	20 * PESIN 15.00-17.00 * RUNGGALDIER 14.30-16.30 * ZAMBELLI 11.30-13.15	21 * RUNGGALDIER 15.30-17.30	22 * PESIN 15.00-17.00 * ZAMBELLI 11.30-13.15 * RUNGGALDIER 16.30-17.30	23 * ZAMBELLI 9.30-11.15 * CERF 10.00-12.00	24
25	26 * CERF 10.00-12.00 * RUNGGALDIER 15.30-17.30	27 * PESIN 15.00-17.00 * RUNGGALDIER 14.30-16.30 * ZAMBELLI 11.30-13.15	28 * RUNGGALDIER 15.30-17.30	29 * ZAMBELLI 11.30-13.15 * RUNGGALDIER 16.30-17.30	30 * FESTA GIUSTINIANEA	1
2	3	4	5	6	7	8

## maggio 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
25	26	27	28	29	30	1
2	3 * CERF 10.00-12.00 * PESIN 15.00-17.00 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30	4 * PESIN 16.00-18.00 * RUNGALDIER 14.30-16.30 * ZAMBELLI 11.30-13.15	5 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30	6 * PESIN 16.00-18.00 * ZAMBELLI 11.30-13.15 * RUNGALDIER 16.30-17.30	7 * ZAMBELLI 9.30-11.15 * CERF 10.00-12.00	8
9	10 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30	11 * RUNGALDIER 14.30-16.30 * ZAMBELLI 11.30-13.15	12 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30	13 * ZAMBELLI 11.30-13.15 * RUNGALDIER 16.30-17.30	14	15
16	17 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	18 * RUNGALDIER 14.30-16.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	19 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	20 * RUNGALDIER 16.30-17.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	21 * KITSUL 9.00-11.00	22
23	24 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30 * GUIOTTO 11.30-13.15 * KITSUL 9.00-11.00	25 * RUNGALDIER 14.30-16.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	26 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * ALTAFINI 14.30-16.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	27 * RUNGALDIER 16.30-17.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	28 * KITSUL 9.00-11.00	29
30	31 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * GUIOTTO 11.30-13.15 * KITSUL 9.00-11.00	1	2	3	4	5

## giugno 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
30	31	1 * RUNGALDIER 14.30-16.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	2 * FESTA NAZIONALE DELLA REPUBBLICA	3 * RUNGALDIER 16.30-17.30 * GUIOTTO 11.30-13.15	4 * GUIOTTO 11.30-13.15 * KITSUL 9.00-11.00	5
6	7 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * GUIOTTO 11.30-13.15 * KITSUL 9.00-11.00 * FINESSO 10.30-12.30	8 * GUIOTTO 11.30-13.15 * RUNGALDIER 14.30-16.30 * TICOZZI 10.30-12.30	9 * RUNGALDIER 15.30-17.30 * GUIOTTO 11.30-13.15 * FINESSO 10.30-12.30	10 * RUNGALDIER 16.30-17.30 * TICOZZI 10.30-12.30	11 * KITSUL 9.00-11.00	12
13	14 * KITSUL 9.00-11.00 * FINESSO 10.30-12.30	15 * TICOZZI 10.30-12.30	16 * FINESSO 10.30-12.30	17 * TICOZZI 10.30-12.30	18 * KITSUL 9.00-11.00	19
20	21 * KITSUL 9.00-11.00 * FINESSO 10.30-12.30	22 * TICOZZI 10.30-12.30	23 * FINESSO 10.30-12.30 * CASCIOLA 10.30-13.15,14-16.30	24 * TICOZZI 10.30-12.30 * CASCIOLA 10.30-13.15,14-16.30	25 * CASCIOLA 10.30-13.15,14-16.45	26
27	28 * FINESSO 10.30-12.30	29 * TICOZZI 10.30-12.30	30 * FINESSO 10.30-12.30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

## luglio 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
27	28	29	30	1 * TICOZZI 10.30-12.30	2	3
4 * FINESSO 10.30-12.30	5	6 * FINESSO 10.30-12.30	7 * FINESSO 10.30-12.30	8	9	10
11 * FINESSO 10.30-12.30	12	13 * FINESSO 10.30-12.30	14 * FINESSO 10.30-12.30	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

## agosto 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

## settembre 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
29	30	31	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	* DAI PRA 15.00-17.00	* DAI PRA 15.00-17.00	* VARGIOLU 14.30-16.30	* VARGIOLU 14.30-16.30	17	18
19	* DAI PRA 15.00-17.00	* DAI PRA 15.00-17.00 * PILLONETTO 10.30-12.30	* VARGIOLU 14.30-16.30	* VARGIOLU 14.30-16.30 * PILLONETTO 10.30-12.30	24	25
26	* DAI PRA 15.00-17.00	* DAI PRA 15.00-17.00 * PILLONETTO 10.30-12.30	* VARGIOLU 14.30-16.30	* PILLONETTO 10.30-12.30	1	2
3	4	5	6	7	8	9

## ottobre 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
26	27	28	29	30	1	2
3	* DAI PRA 15.00-17.00	* DAI PRA 15.00-17.00 * PILLONETTO 10.30-12.30	6	* PILLONETTO 10.30-12.30	8	9
10	11	* PILLONETTO 10.30-12.30	13	* PILLONETTO 10.30-12.30	15	16
17	18	* PILLONETTO 10.30-12.30	* REDIVO-ZAGLIA 14.00-16.00	* PILLONETTO 10.30-12.30 * REDIVO-ZAGLIA 14.00-16.00	22	23
24	25	* PILLONETTO 10.30-12.30	* REDIVO-ZAGLIA 14.00-16.00	* REDIVO ZAGLIA 14.00-16.00 * PILLONETTO 10.30-12.30	29	30
31	1	2	3	4	5	6

## novembre 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
31	1	* PILLONETTO 10.30-12.30	2 * REDIVO ZAGLIA 14.00-16.00	3 * PILLONETTO 10.30-12.30	4	5
7	* VERMIGLIO 14-16.30	8 * VERMIGLIO 9-10.30,14-16.30	9 * VERMIGLIO 9-10.30,14-16	10	11	12
14	15	16	17	* LANCIA 14.30-17.30	18	19
21	22	23	24	* LANCIA 14.30-17.30	25 * LANCIA 11.30-13.30,14.30-17.30	26
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11

## dicembre 2010

domenica	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30 * +	31	1
2	3	4	5	6	7	8

**Corsi dell'indirizzo di  
"Matematica"**



# Introduzione alle Leggi di Conservazione Iperboliche

Prof. Fabio Ancona<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: [ancona@math.unipd.it](mailto:ancona@math.unipd.it)

**Calendario:** 16 ore di lezione, Torre Archimede, nei giorni:

10 marzo 2010 ore 15.30-17.30, Aula 2BC/60  
11 marzo 2010 ore 10.00-12.00, Aula 2BC/30  
24 marzo 2010 ore 14.30-16.30, Aula 2BC/30  
25 marzo 2010 ore 10.00-12.00, Aula 2BC/30  
31 marzo 2010 ore 14.00-18.00, Aula 2BC/30  
1 aprile 2010 ore 10.00-12.00, Aula 2BC/30  
7 aprile 2010 ore 14.30-16.30, Aula 2BC/30  
8 aprile 2010 ore 10.00-12.00, Aula 2BC/30

**Prerequisiti:**

Conoscenze di base del calcolo in più variabili, delle teoria della misura e delle equazioni differenziali ordinarie.

**Tipologia di esame:**

Al termine del corso ogni studente terrà un seminario su un argomento concordato assieme.

**SSD:** MAT/05

**Programma del corso:**

Verranno forniti i concetti di base per la trattazione di una delle classi fondamentali di equazioni alle derivate parziali del primo ordine: le equazioni di evoluzione iperboliche in forma di legge di conservazione (in una singola variabile spaziale). Per tali equazioni, un cui primo esempio si può far risalire al modello introdotto da Eulero (1755) per descrivere la dinamica dei gas, l'esistenza di soluzioni globali (nel tempo) è stata per la prima volta ottenuta da Glimm nel 1965, mentre il problema dell'unicità e della dipendenza continua delle soluzioni dal dato iniziale è stato risolto solo recentemente da Bressan e collaboratori (1999-2000). Una difficoltà oggettiva che si incontra nello studio di queste equazioni fortemente non-lineari è dovuta essenzialmente alla perdita di regolarità delle soluzioni, che rende inapplicabili molte delle tecniche astratte dell'analisi funzionale. Ad esempio, la soluzione non si può rappresentare come punto fisso di una trasformazione continua, oppure in forma variazionale come punto critico di un opportuno funzionale. D'altra parte, principi di massimo, teoremi di confronto fra soluzioni, così come la teoria dei semigrupp di contrazione non-lineari, sono applicabili solo al caso di una singola legge di conservazione scalare. Per questi motivi, la teoria è progredita sviluppando metodi *ad hoc* che permettono di costruire ed analizzare specificatamente soluzioni di questo tipo di equazioni.

Il corso intende presentare i risultati fondamentali della teoria delle soluzioni deboli di sistemi di leggi di conservazione in una singola variabile spaziale, limitandosi quasi esclusivamente allo studio del problema di Cauchy

# Equazioni Differenziali †

Prof. Martino Bardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: bardi@math.unipd.it

**Calendario:** Lunedì e Martedì, ore 11.30-13.15, Venerdì ore 14.30-16.15, Torre Archimede.  
Prima lezione 11 gennaio 2010.

**Prerequisiti:** Calcolo differenziale in più variabili.

**Tipologia di esame:** Orale e/o tesina.

**SSD:** MAT/05

**Programma del corso:**

- Introduzione alle equazioni alle derivate parziali del 2° ordine lineari, in particolare alle equazioni di Laplace, del calore e delle onde.
- Funzioni armoniche e loro proprietà.
- Principi del massimo debole e forte per equazioni lineari ellittiche (anche degeneri) e loro conseguenze.
- Risolubilità del problema di Dirichlet per l'equazione di Laplace (con il metodo di Perron-Wiener).
- Introduzione alle equazioni nonlineari del 1° ordine.

Testi di riferimento:

- L.C. Evans, Partial differential equations, American Mathematical Society, Providence, 1998.
- S. Salsa, Equazioni a derivate parziali, Springer, Milano, 2004.
- D. Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic partial differential equations of 2nd order, 2nd ed., Springer, Berlin, 1983.

---

† Corso mutuato dal corso istituzionale "Equazioni Differenziali I", Laurea Magistrale in Matematica, trimestre II

# Formal and Rigid Geometry

Prof. Siegfried Bosch<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universität Münster, Germany  
Mathematisches Institut  
Email: [bosch@math.uni-muenster.de](mailto:bosch@math.uni-muenster.de)

**Calendario:** 10 ore, 26 e 28 aprile 2010, 3, 5, 6 maggio dalle 16:30 alle 18:15. Torre Archimede, Aula 2AB40.

**Prerequisiti:** Familiarità con i primi rudimenti di Geometria Algebrica (ideali primi, spettro di un anello, definizione di fascio.)

**Tipologia di esame:** A scelta tra una prova orale sui contenuti del corso o un seminario di approfondimento.

**SSD:** MAT/03

## Topics:

This series of lectures is intended to give an introduction to rigid geometry, a theory which may be viewed as an analogue of the theory of complex analytic functions over local fields or, more generally, over fields with a complete non-Archimedean valuation. Starting with classical rigid geometry à la Tate, we will also discuss the approach of Raynaud via formal schemes. For illustration we look at some applications, such as the rigid uniformization of abelian varieties and related questions on Néron models.

1. Elementary non-Archimedean calculus and affinoid spaces
2. Rigid spaces à la Tate
3. Rigid spaces in terms of formal models
4. Rigid uniformization of abelian varieties

## References:

In an expanded form "Lectures on Formal and Rigid Geometry" are available at <http://wwwmath.uni-muenster.de/sfb/about/publ/heft378.pdf>

**Lingua:** Inglese

# Meccanica Simplettica e Applicazioni

Prof. Franco Cardin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: cardin@math.unipd.it

**Calendario:** 12 ore, presso l'Università Cattolica del S. Cuore, Brescia, nei giorni 25, 26 e 27 gennaio 2010. Alternativamente è possibile seguire una parte del corso di *Meccanica Superiore* nel terzo trimestre della laurea Magistrale in *Matematica*. I partecipanti sono pregati di contattare il docente per concordare il periodo del corso corrispondente alle tematiche del corso.

Calendario del corso di *Meccanica Superiore*: dall'8 aprile all'11 giugno 2010, aula 2AB/40 Torre Archimede, martedì, mercoledì e giovedì dalle 14.30 alle 16.15.

**Prerequisiti:** Nessuno.

**Tipologia di esame:** Colloquio orale.

**SSD:** MAT/07

**Programma del corso:**

- Varietà simplettiche, fibrati cotangenti, sotto-varietà Lagrangiane. Funzioni generatrici.
- Sistemi Hamiltoniani.
- H-J: soluzioni classiche.
- H-J: soluzioni geometriche, Pr. di Huyghens generalizzato. Funzioni generatrici di soluzioni globali.
- H-J: soluzioni di viscosità.
- H-J: soluzioni variazionali (o di minmax).
- CdV e p.ti coniugati.
- Riduzione esatte (Amman-Conley-Zehnder) dell'integrale d'azione e stima dell'indice di Morse.
- Gromov's nonsqueezing theorem e "Principio di Heisenberg" simplettico (cioè, classico).
- (Crash course in) Coomologia relativa e Lusternik-Schnirelman, Dualità di Poincaré, isomorfismo di Thom. Una costruzione di Viterbo, conseguenze:
  1. la (quasi) soluzione della congettura di Arnol'd;
  2. interpretazioni/applicazioni a situazioni tipiche della meccanica dei continui.
- Uso della Riduzione Finita Esatta (Amman-Conley-Zehnder) in teoria dei campi, stima dell'indice di Morse.
- Dal continuo al discreto.

# Deformazione-quantizzazione in ambito complesso

Prof. Andrea D'Agnolo, Prof. Pietro Polesello<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: {dagnolo,pietro}@math.unipd.it

**Calendario:** 10 hours, Torre Archimede:

November 17, 15:00-17:00 room 1BC/50

November 18, 15:00-17:00 room 1BC/50

November 23, 15:00-17:00 room 2BC/30

November 24, 15:00-17:00 room 2BC/30

November 25, 15:00-17:00 room 2BC/30

**Prerequisiti:** void

**Tipologia di esame:** oral exam

**SSD:** MAT/03/05/07

**Programma del corso:**

The deformation-quantization problem for a Poisson manifold asks for the existence of a (not necessarily commutative) formal deformation of the algebra of functions such that the first order of the commutator coincides with the Poisson bracket. Kontsevich proved in 1997 that the deformation-quantization problem is always solvable in a real  $C^\infty$  framework. He also later showed how sheaf theoretical techniques are necessary to deal with the algebraic or complex analytic framework. Recently, Gukov-Witten further motivated the interest of the complex domain and of  $D$ -module theory in this context.

This course presents an approach to deformation-quantization in the complex domain using the tools of algebraic analysis (stacks,  $D$ -modules, microdifferential operators, modules over DQ-algebras), with a particular emphasis on the symplectic case. Here is a list of subjects that will be discussed:

- $D$ -modules and operations
- Microdifferential modules
- Deformation quantization algebra on complex cotangent bundles
- Deformation quantization algebroids on complex manifolds
- Holonomic modules on complex symplectic manifolds

As a reference we will use recent papers of Kashiwara and Schapira available on the ArXiv.

The interest of these construction from the point of view of mathematical physics shall be discussed in an additional series of lectures.

# Crystallographic groups

Prof. Gustavo Adolfo Fernández Alcober<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Basque Country, Spain  
Email: [gustavo.fernandez@ehu.es](mailto:gustavo.fernandez@ehu.es)

**Calendario:** 15 ore, Torre Archimede, nei giorni

10 maggio 2010 ore 14.30-16.30, Aula 2BC/30

11 maggio 2010 ore 14.30-16.30, Aula 2AB/45

12 maggio 2010 ore 9.30-11.00, Aula 2BC/30

13 maggio 2010 ore 11.30-13.00, Aula 2BC/30

17 maggio 2010 ore 14.30-16.30, Aula 2BC/30

18 maggio 2010 ore 14.30-16.30, Aula 2AB/45

19 maggio 2010 ore 10.30-12.30, Aula 2BC/30

20 maggio 2010 ore 14.30-16.30, Aula 2BC/30

**Prerequisiti:** Elementary group theory, including semidirect products, actions of groups on sets, and the basics of nilpotent and soluble groups. Isometries of Euclidean affine space.

**Tipologia di esame:** Discussione orale.

**SSD:** MAT/02, MAT/07

**Topics:** If  $G$  is a discrete subgroup of the group of isometries  $\text{Iso}(R^n)$  of  $n$ -dimensional Euclidean space, then the translation subgroup  $T$  of  $G$  is isomorphic to  $Z^d$  for some  $d \leq n$ . In the case that  $T$  has maximal rank, i.e. that it is isomorphic to  $Z^n$ , we say that  $G$  is an  $n$ -dimensional crystallographic group (or space group). Threedimensional crystallographic groups were classified at the end of the nineteenth century independently by Barlow, Federov, and Schönflies, and there are 230 nonisomorphic such groups.

If two discrete subgroups  $G$  and  $H$  of  $\text{Iso}(R^n)$  are isomorphic, it may nevertheless happen that they have a completely different geometric action on  $R^n$ . For example, both a rotation of angle  $\pi$  and a reflection in a line generate a cyclic subgroup of order 2 in  $\text{Iso}(R^2)$ , but their geometric effect is not the same. Fortunately, a fundamental theorem of Bieberbach (1912) guarantees that this cannot happen with crystallographic groups of any dimension. Bieberbach himself and Frobenius are responsible for the introduction of algebraic methods in the theory of crystallographic groups at the beginning of the twentieth century, in contrast with the geometric approach followed by their predecessors. This led to the algebraic proof of the classification of crystallographic groups in dimensions 2 and 3, given by Burckhardt. Also, Bieberbach proved that the number of isomorphism classes of crystallographic groups is finite for every dimension. In 1948, Zassenhaus developed an algorithm for the determination of crystallographic groups, which was later used to obtain a computer-aided classification of these groups in dimension 4.

Recently, in a 2001 paper, Conway, Delgado Friedrichs, Huson, and Thurston provided a new scheme for the classification of three-dimensional crystallographic groups. It is based on obtaining the groups as fibrations over the plane crystallographic groups, whenever this is possible. There are 35 groups for which it is not, and these are called the *irreducible groups*. These groups are determined by studying the subgroup generated by the elements of order 3, for which it turns out that there are only two possibilities. The first one gives rise to 27 groups, and the second, to 8 more.

The goal of this PhD course is to give an exposition of the general algebraic theory of crystallographic groups in any dimension  $n$ , with special emphasis in the cases  $n=2$  and  $n=3$ . We will also give the details of the scheme of Conway et al for the classification of three-dimensional crystallographic groups, and see how the different groups are obtained in some particular cases.

# Introduzione alla Teoria dei Semigrupp e Applicazioni alle EDP <sup>†</sup>

Prof. Paolo Guiotto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Università di Padova  
Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Email: [parsifal@math.unipd.it](mailto:parsifal@math.unipd.it)

**Calendario:** 30 ore, lunedì, mercoledì, giovedì, venerdì ore 11.30-13.15. Prima lezione 17 maggio 2010. Torre Archimede, Aula 2AB/45.

**Prerequisiti:** analisi funzionale in spazi normati (e.g. primi tre capitoli del libro di Haïm Brezis, *Analisi Funzionale. Teoria e Applicazioni*, Liguori ed.); familiarità con l'analisi complessa di base; elementi di probabilità.

**Tipologia di esame:** A scelta prova scritta o seminario.

**SSD:** MAT/05

**Obiettivi del corso:** Il corso di propone di introdurre alla teoria dei semigrupp, tool fondamentale nello studio dei problemi di evoluzione (PDE e SPDE)

**Programma del corso:**

1. Semigrupp fortemente continui: generatore infinitesimale, costruzione di un semigrupp a partire dal generatore (formula esponenziale, teorema di Hille-Yosida), trasformata di Laplace
2. Semigrupp analitici: operatori settoriali, calcolo funzionale e generazione di un semigrupp analitico, potenze frazionarie di operatori non limitati.
3. (\*) Applicazione alle EDP lineari e non lineari: generazione di un semigrupp da un operatore differenziale di ordine  $2m$ ; applicazioni alle equazioni del calore, delle onde e di Schrodinger; equazioni semilineari.
4. Semigrupp di Markov: legame con processi stocastici, effetto regolarizzante, ultracontrattività, disuguaglianza logaritmica di Sobolev; (\*) applicazioni a EDP in infinite variabili.

**Bibliografia:**

- Pazy (1983), *Semigroup of Linear Operators and Application to Partial Differential Equations*, Springer
- Friedman (1969), *Partial Differential Equations*,
- Holt Rinehart and Wilson Davies (1989), *Heat Kernels and Spectral Theory*, Cambridge Univ. Press
- Gross (1973), *Logarithmic Sobolev Inequalities*, Amer. Journ. of Math.
- Fukushima, Oshima, Takeda (1994), *Dirichlet Forms and Symmetric Markov Processes*, de Gruyter Stud. in Math.
- Sarà disponibile una dispensa sul materiale effettivamente presentato.

---

<sup>†</sup> Corso mutuato dal corso istituzionale di Analisi Funzionale 2, Laurea Magistrale in Matematica

(\*) Questa parte verrà trattata parzialmente/integralmente compatibilmente con il tempo a disposizione e gli interessi dei partecipanti.

# Teoria di Galois differenziale \*

Prof. Jorge Mozo Fernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Valladolid, Spagna  
Dpto. Matemática Aplicada  
Email: jmozo@maf.uva.es

**Calendario:** 10 ore, Torre Archimede, nei giorni

- 1 febbraio 2010 ore 15.00-16.30 2BC/60
- 2 febbraio 2010 ore 15.00-16.30 1A/150
- 3 febbraio 2010 ore 16.30-18.00 2AB/45
- 4 febbraio 2010 ore 16.30-18.00 2AB/45
- 5 febbraio 2010 ore 15.00-16.30 1BC/45

**Prerequisiti:** Nozioni di base sulle funzioni olomorfe, equazioni differenziali lineari, algebra (che verranno richiamate ad inizio corso).

**Tipologia di esame:** Esercizi a fine corso.

**SSD:** MAT/03, MAT/05

**Programma del corso:**

1. Introduzione alla teoria di Galois differenziale
  - (a) Algebra differenziale
    - i. Equazioni, sistemi, moduli differenziali
    - ii. Estensioni di Picard-Vessiot
    - iii. Il gruppo di Galois differenziale
    - iv. Corrispondenza di Galois
  - (b) Estensioni di Picard-Vessiot
  - (c) Il gruppo di Galois differenziale
2. Risolubilità di equazioni formali
  - (a) Soluzioni liouvilliane
  - (b) L'algoritmo di Kovacic
3. Singolarità regolari
  - (a) Regolarità e singolarità
  - (b) Il poligono di Newton-Malgrange-Ramis
  - (c) Equazioni con singolarità regolari
  - (d) Monodromia e teorema di Schlessinger
4. Singolarità irregolari
  - (a) Teorema di Fabry-Hukuhara-Turritin
  - (b) Enunciato del teorema di Ramis: breve introduzione alla nozione di sommabilità e operatori di Stokes

---

\* Course supported by the "CARIPARO Progetto eccellenza 2008/09", Title: "Differential methods in arithmetic, geometry and algebra".



# Convegno-Scuola: Classical and weak KAM theorem

Referenti: Prof. Franco Cardin e Prof. Massimiliano Guzzo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università di Padova*  
*Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata*  
*Email: {cardin, guzzo}@math.unipd.it*

**Calendario:** 14-19 febbraio 2010, Montegrotto Terme (Pd).

**Tipologia di esame:**

Gli studenti dovranno seguire tutti i corsi-conferenze e sceglieranno come esame un approfondimento su di uno specifico corso. I referenti del corso ne cureranno la preparazione/profitto.

**SSD:** MAT/05, MAT/07

**Programma:** <http://events.math.unipd.it/wkam/>

# Minicorsi di “Analisi Matematica”

Referente: Prof. Massimo Lanza de Cristoforis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Università di Padova*  
*Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata*  
*Email: mldc@math.unipd.it*

**Calendario:** 21-25 giugno 2010, Torre Archimede.

Le informazioni dettagliate possono essere reperite nel sito ufficiale dell'evento  
<http://minicourses.dmsa.unipd.it/>

**Tipologia di esame:**

Gli studenti dovranno seguire tutti i minicorsi, e sceglieranno come esame un approfondimento su di uno specifico corso. Il referente del corso ne curerà la preparazione/profitto.

**Programma:**

I Minicorsi vengono tenuti regolarmente con cadenza annuale sin dal 1998. Vengono di norma tenuti da quattro studiosi di livello internazionale, ciascuno dei quali presenta argomenti di Analisi Matematica durante cinque ore di lezione.