

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Algebra 1

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Roberto Dvornicich  
dvornic@dm.unipi.it

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):**

Filippo Callegaro  
callegaro@dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 037AA

**Valore in CFU:** 9 crediti

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/02

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~dvornic/algebra1.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Algebra 1  
**Docente titolare:** Roberto Dvornicich  
**Co-docenti:** Filippo Callegaro

**Prerequisiti:** Corso di Aritmetica

**Programma previsto:**

Richiami sulla teoria elementare dei gruppi: sottogruppi e sottogruppi normali, classi laterali e teorema di Lagrange, gruppi quoziente, omomorfismi ed isomorfismi, teoremi di omomorfismo, gruppi ciclici e loro classificazione. Il gruppo degli automorfismi. Automorfismi interni. Prodotti diretti e prodotti semidiretti di gruppi. Azioni di un gruppo su un insieme. Classi di coniugio. Formula delle classi, applicazioni ai  $p$ -gruppi e teorema di Cauchy. Gruppi di permutazioni. Classi di coniugio nel gruppo di permutazioni su  $n$  elementi. Teorema di struttura per i gruppi abeliani finiti.

Anelli e sottoanelli, corpi e campi. Anelli commutativi, domini d'integrità e divisori dello zero. Il gruppo delle unità di un anello. Ideali e anelli quoziente. Ideale generato da un sottoinsieme. Operazioni sugli ideali. Omomorfismi tra anelli e teorema di omomorfismo. Anelli di frazioni e campo dei quozienti di un dominio d'integrità. Domini euclidei, domini a ideali principali e domini a fattorizzazione unica. L'anello dei polinomi. Lemma di Gauss e fattorizzazione unica dei polinomi a coefficienti in un anello a fattorizzazione unica.

Estensioni di campi. Estensioni finite ed estensioni algebriche. Omomorfismi iniettivi di un'estensione finita in una chiusura algebrica. Teorema dell'elemento primitivo. Estensioni normali, gruppi di Galois e corrispondenza di Galois. Esempi di gruppi di Galois del campo di spezzamento di polinomi.

Cenni sulla risolubilità delle equazioni per radicali e sulle costruzioni con riga e compasso.

**Testi consigliati:**

P. Di Martino, Algebra, Edizioni PLUS, Università di Pisa.

S. Lang, Undergraduate Algebra 2nd Ed., Springer-Verlag.

N. Herstein, Algebra, Editori Riuniti.

M. Artin, Algebra, Bollati Boringhieri.

A. Machì, Gruppi, UNITEXT Springer.

S. Gabelli, Teoria delle equazioni e teoria di Galois, UNITEXT Springer.

**Modalità d'esame:** Esame scritto ed esame orale. Le verifiche intermedie possono consentire l'esonero dall'esame scritto.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Algebra II

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Enrico Sbarra (sbarra@dm.unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Patrizia Gianni (gianni@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 038AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT02

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** [http://www.dm.unipi.it/pages/gianni/public\\_html/pagina-algebraII.htm](http://www.dm.unipi.it/pages/gianni/public_html/pagina-algebraII.htm)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Algebra II

**Docente titolare:** Enrico Sbarra

**Co-docenti:** Patrizia Gianni

**Prerequisiti:** Aritmetica, Algebra I

**Programma previsto:**

**Anelli e ideali.** Anelli e ideali. Anelli a ideali principali e a fattorizzazione unica. Operazioni su ideali di un anello commutativo unitario: somma, prodotto, intersezione, radicale. Ideali coprimi, ideale quoziente, annullatore. Ideali primi, massimali, irriducibili. Nilradicale e radicale di Jacobson. Estensioni e contrazioni di ideali. Prodotto e somma diretta di anelli. Teorema cinese del resto. Interpolazione di Lagrange. L'anello dei polinomi  $A[x]$  e i suoi ideali.  $\text{Spec } \mathbb{Z}[x]$ .

**Polinomi in più variabili.** Ordinamenti monomiali. Algoritmo di divisione per polinomi in  $K[x_1, \dots, x_n]$ . Monoideali. Frontiera di un monoideale. Lemma di Dickson. Ideali monomiali : caratterizzazione degli ideali monomiali irriducibili, radicali, primi e primari.

**Basi di Gröbner.** Algoritmo di Buchberger. Proprietà di eliminazione dell'ordinamento lessicografico. Il risultante. Teoremi di estensione. Teorema degli zeri di Hilbert. Corrispondenza ideali varietà affini. Ideali zero dimensionali e basi di Gröbner.

**Moduli.** Moduli su un anello commutativo unitario. Sottomoduli e quozienti. Omomorfismi di moduli. Somma diretta e prodotto diretto di moduli.

Moduli liberi, rango. Moduli finitamente generati. Teorema di Hamilton-Cayley. Lemma di Nakayama. Moduli su PID e loro struttura: forma normale di Smith e di Hermite.

Successioni esatte. Successioni di A-moduli e di omomorfismi di A-moduli. I funtori  $\text{Hom}(-, N)$  e  $\text{Hom}(M, -)$ . Successioni che spezzano. Moduli proiettivi. Prodotto tensoriale. Proprietà del funtore  $T_N$ , moduli piatti. Estensione e restrizione di scalari.

Anelli locali e semilocali. Anello delle frazioni e localizzazione di anelli e moduli, ideali degli anelli localizzati, contrazione ed estensione, localizzazioni successive, commutatività della localizzazione rispetto al passaggio al quoziente. Esattezza del funtore  $S^{-1}$ .  $S^{-1}A$  è un A-modulo piatto. Proprietà locali.

Anelli e moduli noetheriani. Teorema della base di Hilbert. Ideali irriducibili e primari, decomposizione di un ideale come intersezione di ideali primari. Anelli e moduli artiniani. Dimensione di un anello.

### **Testi consigliati:**

- M. F. Atiyah, I.G. Macdonald, “Introduzione all’Algebra Commutativa”, trad. di P. Maroscia, Feltrinelli, Milano, 1981.
- H. Matsumura, “Commutative Ring Theory”, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1986.
- D. Eisenbud, “Commutative Algebra with a view toward Algebraic Geometry”, Graduate Texts in Math., Vol.150, Springer-Verlag, 1994
- M. Reid, “Undergraduate Commutative Algebra”, LMS student series, -CUP1995
- D. Cox, J. Little, D. O’Shea, “Ideals, Varieties and Algorithms”. Springer-Verlag, 1992.

### **Modalità d’esame:**

L’esame consiste di una prova scritta e una prova orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Algebra Superiore A

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** (@) Enrico Sbarra - sbarra@dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 087AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** Algebra - Mat 02

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** [www.dm.unipi.it/~sbarra](http://www.dm.unipi.it/~sbarra)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Algebra Superiore A

**Docente titolare:** Enrico Sbarra

**Prerequisiti:** I contenuti del corso di Istituzioni di Algebra.

**Programma previsto:** Obiettivo del corso è progredire nella conoscenza dell'Algebra Commutativa, con particolare attenzione rivolta alla categoria dei moduli graduati, alla teoria delle funzioni di Hilbert e ai comuni metodi omologici. Argomento centrale del corso è lo studio delle proprietà degli anelli di Cohen-Macaulay, la cui classe comprende e generalizza molte delle tipologie di anelli commutativi incontrati in precedenza.

Gli argomenti dell'ultima parte del corso possono venire concordati con gli studenti a seconda dei loro particolari interessi.

Principali argomenti trattati: richiami su anelli, ideali, moduli, basi di Gröbner; richiami di algebra omologica. Moduli e algebre graduate; funzioni, polinomi e serie di Hilbert. Il teorema di Hilbert-Serre e il teorema di Macaulay. Sequenze regolari. Anelli regolari, intersezioni complete. Anelli di Cohen-Macaulay e riduzioni artiniane, anelli di Gorenstein. Risoluzioni destre e sinistre, piatte, iniettive, proiettive e dimensione globale di un anello. Grado e profondità. Profondità e dimensione proiettiva. La formula di Auslander-Buchsbaum. Risoluzioni libere minimali graduate.

**Testi consigliati:**

- Cohen-Macaulay rings. W. Bruns, J. Herzog.
- Commutative Algebra. D. Eisenbud.
- Commutative rings/Commutative algebra. H. Matsumura.
- Introduction to Commutative Algebra. M. Atiyah, I. MacDonal.

- Local Cohomology. M. Brodmann, R. Sharp.
- Monomial Ideals. J. Herzog, T. Hibi.

**Modalità d'esame:** L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale. Le modalità precise verranno definite con gli studenti.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Armonica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Vladimir Georgiev([georgiev@dm.unipi.it](mailto:georgiev@dm.unipi.it))

**Codice dell'insegnamento:** 090AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II semestre

**Sito web dell'insegnamento:**

[http://www.dm.unipi.it/~georgiev/didattica/annoattuale/15\\_16\\_AnalisiArmonica.htm](http://www.dm.unipi.it/~georgiev/didattica/annoattuale/15_16_AnalisiArmonica.htm)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Armonica

**Docente titolare:** Vladimir Georgiev

**Programma previsto:**

1. Teoria di interpolazione. Teorema di Riesz-Torin e applicazioni. Moltiplicatori. Operatori di tipo debole. Teorema di Marcinkiewicz. Disuguaglianze di Young e di Hardy-Littlewood-Sobolev. Applicazione: stime di Strichartz per Schrodinger (in dimensione 1).
2. Decomposizione di Littlewood-Paley, disequazione di Bernstein.
3. Funzione massimale di Hardy-Littlewood. Applicazione: Teorema di derivazione di Lebesgues
4. Operatori integrali. Nuclei singolari. Teoria di Calderon-Zygmund. Il caso di codominio spazio di Banach. Spazi di Sobolev come caso particolare di spazi di Lizorkin o di Besov.
5. Trasformata di Hilbert e stima  $L^p$ .
6. Moltiplicatori in  $L^p$ . Teorema di Michlin – Hörmander.
7. Il teorema di Coifman – Meyer e operatori bilineari.
8. Applicazione: il metodo delle forme normali per NLS.
9. La stima di Kato – Ponce.
10. Applicazioni alle EDP: teoria di scattering per NLS.

**Testi consigliati:**

1. E. Lieb, M. Loss. Analysis. 2nd edition. American Math. Soc., 2001.
2. L. Grafakos L. Modern Fourier Analysis, Second edition, Springer. 2009.
3. L. Grafakos , S. Oh (2014). The Kato - Ponce inequality, Comm. PDE., Volume 39, Issue 6, p. 1128-1157
4. E. Stein, Harmonic analysis: real-variable methods, orthogonality, and oscillatory integrals. With the assistance of Timothy S. Murphy. Princeton Mathematical Series, 43. Monographs in Harmonic Analysis, III. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1993.

•

**Modalità d'esame:**

Progetto finale e seminario (discussione finale).



**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Convessa

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** (@) Claudio Saccon (claudio.saccon@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 093AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 40

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** %Quisitoweb

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Convessa

**Docente titolare:** Claudio Saccon

Le nozioni di base dell'analisi funzionale.

**Programma previsto:** Il corso si propone di introdurre i principali strumenti necessari per affrontare problemi di minimizzazione per funzioni convesse, definite in spazi vettoriali di dimensione eventualmente infinita. In tale ambito interessante sia il trovare teoremi di esistenza sia caratterizzare le soluzioni mediante condizioni di tipo "differenziale". Verrà dunque introdotta la nozione di convessità in un ambito sufficientemente generale per potervi poi ambientare dei problemi interessanti, verranno studiate le principali proprietà degli insiemi e delle funzioni convesse (teoremi di separazione, continuità, semicontinuità, semicontinuità debole) e verrà introdotta la nozione di sottodifferenziale  $\partial f$  per una funzione convessa  $f$  (come un opportuno operatore multivoco).

Verranno poi studiate condizioni per l'esistenza di un minimo  $u$  per una funzione convessa  $f$  e l'equivalenza tra la minimalità di  $u$  e la sua stazionarietà, nel senso di  $0 \in \partial f(u)$ ; vedremo anche come quest'ultima condizione si traduca in una cosiddetta disequazione variazionale.

Esamineremo poi la nozione di dualità nei problemi di ottimizzazione convessa e le relazioni tra i cosiddetti problema primale e il problema duale.

Quanto descritto sopra coincide con la prima parte (fino alla pag. 72) del testo *Convex Analysis and Variational Problems* di I. Ekeland e R. Temam.

Mostreremo poi delle applicazioni della teoria svolta a problemi di ottimizzazione in dimensione finita e a problemi differenziali sull'intervallo (considerando la versione unidimensionale di alcuni problemi trattati nel capitolo IV del testo sopra indicato).

Considereremo infine alcune generalizzazioni ottenibili con tecniche simili a quelle introdotte sopra, quali la ricerca di punti di sella per funzioni concavo-convesse (con eventuali applicazioni alla teoria dei giochi) e la teoria degli operatori massimali monotoni (generalizzazione dei sottodifferenziali delle funzioni convesse) con cui si possono trattare dei problemi non variazionali. Da ultimo, a seconda del tempo disponibile, potrà essere trattato: -lo studio delle curve di evoluzione per una funzione convessa (o per un operatore monotono) mostrando come applicazione l'equazione del calore unidimensionale; -lo studio della regolarità delle funzioni convesse in dimensione finita.

**Testi consigliati:** I. Ekeland e R. Temam, *Convex Analysis and Variational Problems*

Verrà fornita una dispensa da parte del docente.

**Modalità d'esame:** Esame orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Matematica 1

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Vladimir Georgiev([georgiev@dm.unipi.it](mailto:georgiev@dm.unipi.it))

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Nicola Visciglia([viscigli@dm.unipi.it](mailto:viscigli@dm.unipi.it))

**Codice dell'insegnamento:** 561AA

**Valore in CFU:** 15

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 120

**Semestre di svolgimento:** annuale

**Sito web dell'insegnamento:**

[http://www.dm.unipi.it/~georgiev/didattica/annoattuale/15\\_16\\_AnalisiMat1.htm](http://www.dm.unipi.it/~georgiev/didattica/annoattuale/15_16_AnalisiMat1.htm)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Matematica 1

**Docente titolare:** Vladimir Georgiev

**Co-docenti:** Nicola Visciglia

**Programma previsto:**

**Prima Parte: Elementi di calcolo differenziale (per funzioni di una variabile)**

1. Logica elementare. Negazione di una proposizione.
2. Cenni di teoria degli insiemi. Numeri naturali, interi, razionali. Principio di induzione. Il campo dei numeri reali. Assiomi dei numeri reali. Disequazioni.
3. L'assioma della completezza. Estremo superiore ed estremo inferiore. Le funzioni potenza, esponenziale, logaritmo. Le funzioni trigonometriche.
4. Limiti di successioni. Operazioni con limiti. Teoremi di confronto. Limiti notevoli. Successioni monotone. Il numero di Nepero. Successioni di Cauchy. Teorema di Bolzano – Weierstrass.
5. Limiti di funzioni. Teoremi di confronto. Limiti notevoli.
6. Funzioni continue. Esistenza degli zeri. Teorema di Weierstrass. Invertibilità delle funzioni continue. Le funzioni esponenziale e logaritmo di nuovo. Le funzioni trigonometriche e loro inversa.
7. Definizione di derivata. Alcuni teoremi sulle funzioni derivabili. Differenziabilità e derivata di una funzione composta. Una tabella di derivate. Retta tangente a un grafico. Derivate di ordine superiore. Funzioni crescenti o decrescenti.
8. Teoremi di Roll, Cauchy, Lagrange. Teoremi di l'Hospital.
9. Simboli di Landau e formula di Taylor.
10. Ricerca dei massimi e dei minimi di una funzione.

**Seconda Parte: Integrazione secondo Riemann (per funzioni di una variabile)**

1. Integrale indefinito. Integrazione per parti e per sostituzione.
2. Integrale definito. Funzioni semplici. Integrale di funzioni semplici. Funzioni integrabili secondo Riemann. Proprietà degli integrali definiti.
3. Teorema di Cantor e integrabilità delle funzioni continue.
4. Il teorema fondamentale del calcolo integrale.
5. Integrali impropri e integrali oscillanti.

**Terza parte: Calcolo differenziale (approfondimenti)**

1. Topologia sulla rete reale. Frontiera e chiusura di un insieme. Punti di chiusura e di accumulazione.

2. Il campo dei numeri complessi. Forma polare dei numeri complessi. Potenze intere e radici di un numero complesso. Topologia nel campo complesso.
3. Compatezza sulla rete reale e nel campo dei numeri complessi. Limite superiore e limite inferiore per una successione.
4. Funzioni continue e semicontinue. Funzioni monotone e di variazione limitata. Punti di discontinuità, limite destro e sinistro delle funzioni monotone.
5. Funzioni convesse.
6. Teorema della funzione inversa.
7. Successioni per ricorrenza e equazioni ordinarie. Successioni di Fibonacci. Modelli di fisica matematica e biomedicina.
8. Equazioni lineari del primo e del secondo ordine. Equazioni integrabili.
9. Equazioni ordinarie di ordine  $n$ . Sistema di equazioni di ordine 1. Riduzione a sistema di equazioni di ordine 1. Sistemi lineari omogenei a coefficienti costanti e sistemi lineari non omogenei a coefficienti costanti.
10. Problema di Cauchy, teoremi di sola esistenza e di esistenza ed unicità, esempio di non unicità. Principio di prolungamento, intervallo massimale di esistenza, tempo di vita.
11. Principio di confronto, lemma di Gronwall e studio qualitativo di equazioni ordinarie.

#### **Quarta parte: Serie e integrazione (approfondimenti)**

1. Alcune proprietà delle serie numeriche. Criteri di convergenza per serie a termini non - negativi. Convergenza assoluta. Criterio di Abel – Dirichlet.
2. Serie di potenze. Raggio di convergenza. Funzione esponenziale e logaritmo di nuovo.
3. Serie di Fourier. Il polinomio trigonometrico. Disequazione di Bessel. Nucleo di Dirichlet. Convoluzione. Teoremi di convergenza. Nucleo di Fejer.
4. Integrale di Riemann – Stieltjes.
5. Convergenza uniforme e integrazione.
6. Idea della misura e introduzione della misura di Peano – Jordan.

#### **Testi consigliati:**

##### **Per lezioni:**

**P. Marcelini, C. Sbordone, Analisi Matematica uno, Liguori Editore, 1998.**

**E. Acerbi, G. Buttazzo, Primo corso di Analisi Matematica 1997, Pitagora Editrice Bologna, ISBN 88-371-0942-3**

**W. Rudin, Principi di Analisi Matematica, McGraw Hill Libri Italia SRL, 1991.**

##### **Libri per esercitazioni:**

**E. Giusti, Esercizi e complementi di Analisi 1, Bollati Boringhieri.**

**S. Campanato, Esercizi e complementi di Analisi Matematica, I parte, Libreria scientifica Giordano Pellegrini, Pisa.**

##### **Per problemi con difficoltà più elevata:**

**E. Acerbi; L. Modica; S. Spagnolo, Problemi scelti di analisi matematica I, Liguori Editore ISBN: 8820714086, 1985.**

**Modalità d'esame:**

Prova finale scritta, anche in itinere, e orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Matematica 2

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Massimo Gobbino (massimo.gobbino@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 546AA

**Valore in CFU:** 12

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 120

**Semestre di svolgimento:** I e II

**Sito web dell'insegnamento:** Archivio Didattico di Massimo Gobbino (si trova con qualunque motore di ricerca)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Matematica 2  
**Docente titolare:** Massimo Gobbino

**Prerequisiti:** tutto il percorso, tutta Analisi Matematica 1, buona parte di Algebra Lineare (vettori, matrici, applicazioni lineari, forme quadratiche e loro segnatura, autovalori e autovettori, forme canoniche di applicazioni lineari).

**Programma previsto:**

*Preliminari* Lo spazio  $\mathbb{R}^n$ . Prodotto scalare, norma, distanza, convergenza ed elementi di topologia in  $\mathbb{R}^n$ . Spazi metrici completi. Teorema delle contrazioni.

*Calcolo differenziale per funzioni di più variabili* Funzioni di più variabili e loro grafico. Limiti e continuità. Limiti all'infinito. Compattezza e teorema di Weierstrass in  $\mathbb{R}^n$ . Connessione e teorema dei valori intermedi in  $\mathbb{R}^n$ . Derivate parziali e direzionali, gradiente. Matrice Jacobiana e derivazione di funzioni composte (chain rule). Teorema del differenziale totale e di inversione dell'ordine di derivazione. Formula di Taylor. Matrice Hessiana e studio locale. Concavità e convessità. Massimi e minimi locali e globali, con o senza vincoli. Moltiplicatori di Lagrange. Teorema della funzione inversa. Teorema della funzione implicita.

*Calcolo integrale per funzioni di più variabili* Definizione di misura ed integrale di Riemann e suo significato geometrico. Proprietà dell'integrale e

teoremi sulle funzioni integrabili. Teorema di Fubini-Tonelli (formula di riduzione per integrali multipli). Formula di cambio di variabili negli integrali multipli. Utilizzo delle coordinate polari, cilindriche e sferiche per il calcolo di integrali multipli. Calcolo di aree, volumi, baricentri, momenti d'inerzia. Solidi di rotazione e teoremi di Guldino. Integrali impropri.

*Curve e superfici* Curve in  $\mathbb{R}^n$ . Lunghezza di una curva e integrali curvilinei. Forme differenziali lineari. Integrale di una forma differenziale lungo una curva. Forme differenziali chiuse ed esatte, potenziali. Superfici in  $\mathbb{R}^3$ . Area di una superficie ed integrali superficiali. Formula di Gauss-Green (teorema della divergenza) e di Stokes (teorema del rotore).

*Equazioni differenziali* Teoremi di esistenza ed unicità per equazioni differenziali. Soprasoluzioni e sottosoluzioni. Studio qualitativo delle soluzioni di un'equazione differenziale. Sistemi di equazioni differenziali. Punti stazionari e loro stabilità.

*Successioni e serie di funzioni* Convergenza puntuale e uniforme. Teoremi di scambio (del limite, della derivata, dell'integrale). Serie di funzioni e convergenza totale. Completezza dello spazio delle funzioni continue. Serie di potenze e raggio di convergenza. Serie di Taylor e funzioni analitiche. Teorema di Ascoli-Arzelà.

**Testi consigliati:** Gli argomenti del corso riguardano conoscenze matematiche stabilizzate da secoli. Qualunque libro sul quale ci si trovi bene è adeguato! Le lezioni e altro materiale didattico saranno resi disponibili nell'archivio didattico della home page del docente.

**Modalità d'esame:** test + scritto + orale.

**Altre informazioni:** per ulteriori informazioni sul corso, consultare la home page del docente.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Matematica 3

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Luigi Carlo Berselli (luigi.carlo.berselli@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 547AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://users.dma.unipi.it/berselli>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Matematica 3

**Docente titolare:** Luigi Carlo Berselli

**Programma previsto:** Spazi  $L^p$ : Disuguaglianze di Hölder e di Minkowski. Completezza. Prodotto di convoluzione. Approssimazione e regolarizzazione per convoluzione delle funzioni in  $L^p$ .

Spazi di Hilbert: basi, sistemi ortonormali completi Rappresentazione di un elemento dello spazio in termini di una base. Esistenza della proiezione su un sottospazio chiuso e Teorema di Riesz. Cenni agli spazi di Hilbert sul campo complesso.

Serie di Fourier ed applicazioni: Le funzioni esponenziali formano una base di Hilbert di  $L^2(-\pi, \pi)$ . Convergenza della serie di Fourier in  $L^2$ . Serie in seni e coseni (serie di Fourier reale). Convergenza uniforme per le funzioni regolari. Regolarità della funzione e comportamento asintotico dei coefficienti. Derivazione dell'equazione del calore e delle onde. Soluzione dell'equazione del calore e delle onde tramite serie di Fourier. Basi ortonormali e autovettori di operatori autoaggiunti.

Trasformata di Fourier e applicazioni. Trasformata di Fourier per funzioni in  $L^1$ . Proprietà elementari della trasformata di Fourier. Formula di inversione e teorema di Plancherel. Trasformata di Fourier per funzioni in  $L^2$ . Applicazioni della Trasformata di Fourier.

Funzioni armoniche: Soluzioni dell'equazione di Laplace. Caratterizzazione in termini di proprietà della media. Principio del massimo e unicità della soluzione dell'equazione di Laplace con dato al bordo assegnato. Risoluzione dell'equazione di Laplace nel disco unitario tramite serie di Fourier.

Cenni all'integrazione su superfici. Superfici regolari in  $R^3$ . Il teorema di Gauss-Green e il teorema della divergenza. Applicazioni.

**Testi consigliati:**

Alcuni testi di riferimento sono

[1] A. Kolmogorov e S. Fomin, Elementi di teoria delle funzioni e di analisi funzionale. Edizioni Mir 1980

[2] T. W. Körner, Fourier analysis. Cambridge University Press, Cambridge, 1988

[3] R. Courant e F. John, Introduction to Calculus and Analysis. Volume 2. Interscience Publishers, John Wiley Sons, 1974.

**Modalità d'esame:** Prova scritta e orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:**

Analisi Numerica con Laboratorio

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Dario A. Bini ([bini@dm.unipi.it](mailto:bini@dm.unipi.it))

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Beatrice Meini ([meini@dm.unipi.it](mailto:meini@dm.unipi.it)),  
Gianna Del Corso ([delcorso@di.unipi.it](mailto:delcorso@di.unipi.it)), Stefano Massei ([stefano.massei@sns.it](mailto:stefano.massei@sns.it)).

**Codice dell'insegnamento:** 043AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/08 Analisi Numerica

**Numero di ore di didattica frontale:** 81

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <https://elearning.dm.unipi.it>, [www.dm.unipi.it/~bini/Didattica/dida15-16.php](http://www.dm.unipi.it/~bini/Didattica/dida15-16.php)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Numerica con Laboratorio

**Docente titolare:** Dario Andrea Bini

**Co-docenti:** Beatrice Meini, Gianna Del Corso, Stefano Massei

**Programma previsto:**

0- Gli obiettivi del corso sono: da una parte formare il pensiero algoritmico e costruttivo nella risoluzione di problemi sviluppando gli strumenti matematici per la realizzazione, analisi e implementazione di metodi di risoluzione; dall'altra approfondire i principali metodi di base dell'analisi numerica fornendo le competenze per l'innesto di strumenti computazionali più avanzati e moderni utilizzati nelle applicazioni e nel calcolo scientifico.

Nel corso di esercitazioni vengono svolti esercizi relativi agli argomenti sviluppati a lezione. Nel corso di laboratorio vengono introdotti elementi del linguaggio Octave e viene svolta l'implementazione degli algoritmi presentati a lezione.

1-Analisi dell'errore. Rappresentazione in base di numeri reali, rappresentazione floating point, overflow, underflow. Errore di rappresentazione, precisione di macchina. Aritmetica floating point. Errore inerente, errore algoritmico, errore totale. Coefficienti di amplificazione, errore nelle operazioni aritmetiche, cancellazione. Stabilità numerica e ondizionamento. Errore analitico. Analisi in avanti e analisi all'indietro dell'errore.

2- Elementi di algebra lineare numerica. Localizzazione degli autovalori: primo e secondo teorema di Gerschgorin. Matrici a blocchi, matrici di permutazione. Irriducibilità di una matrice e forte connessione del grafo associato.

Terzo teorema di Gerschgorin. Forma normale di Schur di una matrice. Caso delle matrici hermitiane, e delle matrici normali. Norme di vettori su  $C^n$ : uniforme continuità. Equivalenza delle norme su  $C^n$ . Norma 1,2 e infinito. Norme di matrici, norme di matrici indotte dalle norme vettoriali 1,2 e infinito. Norma di Frobenius. Norme indotte e raggio spettrale.

3- Risoluzione di sistemi lineari. Condizionamento numerico di sistemi di equazioni lineari. Principali fattorizzazioni di matrici, fattorizzazione LU e QR. Condizioni di esistenza e unicità della fattorizzazione LU. Matrici elementari e loro proprietà. Matrici elementari di Householder. Matrici elementari di Gauss. Fattorizzazioni mediante matrici elementari: metodo di Gauss e metodo di Householder, complessità e stabilità numerica. Strategia del pivot parziale e del pivot totale. Metodi iterativi per sistemi di equazioni lineari: matrice di iterazione, teoremi di convergenza, raggio spettrale e fattore asintotico di riduzione media dell'errore. Metodi iterativi di Jacobi e di Gauss Seidel, condizioni di convergenza, confronto fra i raggi spettrali delle matrici di iterazione nel caso tridiagonale.

4- Risoluzione di equazioni non lineari. Introduzione ai metodi per l'approssimazione di zeri di funzioni: il metodo di bisezione. Metodi di iterazione funzionale: teorema del punto fisso. Analisi della velocità di convergenza: convergenza lineare, sublineare e superlineare, ordine di convergenza. Analisi della convergenza in presenza di errori. Condizioni di arresto. Analisi dell'ordine di convergenza mediante derivate. Metodo di Newton: teorema di convergenza per zeri semplici, convergenza nel caso di zeri multipli. Metodo di Ruffini Horner per polinomi.

5- Interpolazione e integrazione. Il problema dell'interpolazione. Interpolazione polinomiale, matrici di Vandermonde, polinomio di Lagrange. Il resto dell'interpolazione polinomiale. Interpolazione alle radici n-esime dell'unità: trasformata discreta di Fourier, trasformata discreta inversa. Proprietà di condizionamento. Gli algoritmi FFT in base 2. Applicazioni all'interpolazione trigonometrica. Applicazioni a problemi di algebra computazionale. Integrazione approssimata: formule di Newton-Cotes, formule composte.

**Testi consigliati:**

D.A. Bini, M. Capovani, O. Menchi, Metodi numerici per l'algebra lineare, Zanichelli, 1988.

R. Bevilacqua, D.A. Bini, M. Capovani, O. Menchi, Metodi Numerici, Zanichelli, 1992

Appunti del corso scaricabili dalla pagina web del corso <https://elearning.dm.unipi.it>

Manuale di Octave: <http://www.gnu.org/software/octave/octave.pdf>

**Modalità d'esame:**

Prova scritta e prova orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Superiore

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Luigi De Pascale (depascal@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 527AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~depascal/Didattica/index.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Analisi Superiore

**Docente titolare:** Luigi De Pascale

**Prerequisiti:**

Per argomenti:

Topologia di base, Calculus per funzioni di una e più variabili, Integrale di Lebesgue, Spazi  $L^p$ , Spazi di Sobolev, Analisi funzionale di base (spazi di Hilbert, spazi di Banach, Duali topologici, Operatori lineari).

Tali prerequisiti sono contenuti nei corsi di: Analisi Matematica 1, Analisi in più variabili 1 e 2, Istituzioni di Analisi Matematica, Geometria 2.

**Programma previsto:**

Spazi di Misure e spazi di Distribuzioni. Convoluzione di Distribuzioni e teorema di Schwartz. Trasformata di Fourier delle distribuzioni.

Soluzioni fondamentali di operatori differenziali lineari a coefficienti costanti.

Funzioni assolutamente continue e BV di 1 variabile reale. Teoremi di Rademacher ed Aleksandrov.

Spazio BV: proprietà funzionali.

Richiami sugli spazi di Hilbert. Teorema Spettrale per operatori lineari, continui ed Hermitiani.

**Testi consigliati:**

**H.L.Royden**, Real Analysis .

**E.H.Lieb, M.Loss**, Analysis.

**N. Dunford, J.T. Schwartz**, Linear Operatos, (Part II, Spectral Theory).

**P.R.Halmos**, Introduction to Hilbert Space.

**V.S.Vladimirov**, Le distribuzioni nella fisica matematica.

**W.Rudin**, Functional Analysis.

**K.Yosida**, Functional Analysis.

**Modalità d'esame:**

Due diverse modalità di esame:

Lo studente viene invitato a preparare una lezione su un argomento avanzato (ulteriore rispetto al corso) a scelta del docente. Nel corso della lezione vengono investigate, mediante domande dettagliate, le relazioni con gli argomenti del corso.

Esame orale classico.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Aritmetica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Giovanni Gaiffi (gaiffi@dm.unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Massimo Caboara (caboara@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 015AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/02

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~gaiffi/>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Aritmetica

**Docente titolare:** Giovanni Gaiffi

**Co-docenti:** Massimo Caboara

**Programma previsto:** Induzione, aritmetica degli interi, congruenze, principali strutture algebriche, omomorfismi, polinomi, estensioni di campi, campi finiti.

**Testi consigliati:** Pietro Di Martino, *Algebra*, ed. Pisa University Press 2013.

**Modalità d'esame:** Scritto e orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Calcolo delle Variazioni A

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Giovanni Alberti (galberti1@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 096AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~alberti/>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Calcolo delle Variazioni A

**Docente titolare:** Giovanni Alberti

**Prerequisiti.** Sono prerequisiti essenziali i contenuti fondamentali dei corsi di Analisi 3, Elementi di Calcolo delle Variazioni, Istituzioni di Analisi Matematica. In particolare serviranno la teoria standard degli spazi di Sobolev e le nozioni di base riguardanti la variazione prima di un funzionale, l'equazione di Eulero-Lagrange, la nozione di derivata debole (o distribuzionale), le topologie deboli e deboli\* per spazi di Banach, le funzioni armoniche, e la formula dell'area.

**Programma previsto:** Lo scopo del corso è di dare una panoramica di alcuni dei risultati e problemi fondamentali della moderna teoria del calcolo delle variazioni, arrivando a toccare, anche se solo marginalmente, argomenti che sono stati oggetto di ricerca in tempi relativamente recenti.

Gli argomenti fondamentali corrispondono ai primi cinque punti della lista sottostante. A questi si aggiungeranno alcuni degli altri argomenti elencati, anche se presumibilmente non tutti.

1. Ripasso dei concetti fondamentali: variazione prima di un funzionale ed equazione di Eulero-Lagrange. Il metodo diretto del calcolo delle variazioni.
2. Teoremi di semicontinuità ed esistenza per funzionali integrali in forma canonica nel caso scalare, il ruolo della convessità. Rilassamento.

3. Teoremi di semicontinuità ed esistenza per funzionali integrali in forma canonica nel caso vettoriale. Quasiconvessità e policonvessità. Rilassamento.
4. Gamma-convergenza: definizione, applicazioni, ed alcuni esempi classici: omogeneizzazione di funzionali quadratici, teorema di Modica-Mortola per il funzionale di Ginzburg-Landau scalare, esempi di passaggio dal discreto al continuo.
5. Risultati di simmetrizzazione. Disuguaglianze funzionali e geometriche.
6. Lagrangiani nulli, calibrizioni, e condizioni necessarie di minimalità (locale e globale).
7. Alcuni risultati di regolarità per le soluzioni di problemi variazionali.
8. Superfici di area minima: variazione prima dell'area e condizioni necessarie di minimalità. Risultati di esistenza in dimensione due per via parametrica (approccio alla Douglas-Radó).
9. Approccio variazionale ai risultati di esistenza per flussi gradiente.

**Testi consigliati:**

- F. Clarke: *Functional analysis, calculus of variations and optimal control*. Graduate Texts in Mathematics, 264. Springer-Verlag, London, 2013.
- B. Dacorogna: *Introduction to the calculus of variations*. Imperial College Press, London, 2004.
- B. Dacorogna: *Direct methods in the calculus of variations*, second edition. Applied Mathematical Sciences, 78. Springer Science+Business Media, New York, 2008.
- Jürgen Jost, X. Li-Jost: *Calculus of variations*. Cambridge Studies in Advanced Mathematics, 64. Cambridge University Press, Cambridge, 1998.

**Modalità d'esame:** L'esame consiste di due parti: un seminario e un orale di stampo classico sugli argomenti fondamentali del corso.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Calcolo Scientifico

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** (@) Luca Gemignani (luca.gemignani@unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** (@) Dario Andrea Bini (dario.a.bini@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 044AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT08

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <https://elearning.dm.unipi.it/course/view.php?id=24>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Calcolo Scientifico

**Docente titolare:** Luca Gemignani

**Co-docenti:** Dario Andrea Bini

**Programma previsto:**

1. Generalità sul problema agli autovalori. Condizionamento del problema agli autovalori. Teorema di Bauer-Fike e condizionamento di un autovalore semplice. Teoremi di localizzazione e stime a posteriori sull'errore nel calcolo di autovalori.
2. Riduzione in forma tridiagonale (Hessenberg) di matrici hermitiane (generali) con il metodo di Householder. Metodo QR per il calcolo degli autovalori: convergenza. Metodo QR per il calcolo degli autovalori: complessità computazionale, tecniche di shift e condizioni di arresto. Calcolo degli autovettori: metodo delle potenze e delle potenze inverse.
3. Metodi divide et impera per il calcolo di autovalori di matrici tridiagonali hermitiane. Metodo di Newton per il calcolo di autovalori di matrici tridiagonali hermitiane. Successioni di Sturm. Calcolo del polinomio caratteristico e della sua derivata per matrici tridiagonali hermitiane e in forma di Hessenberg.
4. Approssimazione ai minimi quadrati. Decomposizione ai valori singolari (SVD). Proprietà della SVD e inverse generalizzate. Calcolo della SVD: riduzione in forma bidiagonale e calcolo della SVD per matrici bidiagonali.

5. Metodi iterativi per matrici strutturate. Metodo del gradiente ottimo e del gradiente coniugato. Analisi della convergenza del metodo del gradiente coniugato. Introduzione ai metodi di preconditionamento. Applicazioni alla risoluzione numerica di problemi per equazioni differenziali.
6. Applicazione dei metodi alla risoluzione di alcuni problemi del mondo reale tra cui: problemi del Web quali determinazione del PageRank e information retrieval, studio delle vibrazioni di sistemi elastici discreti, studio delle configurazioni di equilibrio di sistemi discreti, discretizzazione di alcuni problemi di vibrazione e di equilibrio nel caso continuo, modelli matematici di sfocatura e di restauro di immagini digitali, metodi di compressione di immagini.

**Testi consigliati:**

- J. W. Demmel, Applied numerical linear algebra, SIAM, Philadelphia, PA, 1997.
- Bini, D., Capovani, M., Menchi, O., Metodi numerici per l'algebra lineare, Nicola Zanichelli Editore, Bologna, 1988.

**Modalità d'esame:** Prova scritta da svolgersi con l'ausilio del calcolatore. Colloquio finale con modalita' di seminario o di esame orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Coomologia limitata

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Roberto Frigerio, frigerio(@)dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:**

**Valore in CFU:**

**Settore scientifico-disciplinare:**

**Numero di ore di didattica frontale:** 30

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~frigerio/dida.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Coomologia limitata

**Docente titolare:** Roberto Frigerio

**Prerequisiti:** Buona familiarità con quanto svolto nel corso di Elementi di Topologia Algebrica.

**Programma previsto:** Introdotta da Gromov nel 1982, la coomologia limitata costituisce oggi un'area di ricerca molto attiva. Sia nel caso dei gruppi che nel caso di spazi topologici, la definizione di coomologia limitata ricalca molto da vicino quella della coomologia usuale. Tuttavia, le sue proprietà differiscono decisamente da quelle della coomologia classica. Per esempio, la coomologia limitata svanisce per qualsiasi gruppo abeliano (o più in generale amenable), mentre ha dimensione infinita in dimensione 2 per il gruppo libero non-abeliano su due generatori. Durante il corso svilupperò la teoria della coomologia limitata per spazi topologici e gruppi discreti, presentandone alcune applicazioni allo studio di invarianti di varietà (come il volume simpliciale) e alla dinamica delle azioni di gruppo sulla circonferenza.

**Testi consigliati:** Note del docente disponibili sul suo sito web.

**Modalità d'esame:** Soluzione scritta di alcuni esercizi da svolgere a casa, ed esame orale classico oppure a seminario.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Didattica della matematica e nuove tecnologie

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Favilli Franco (favilli@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 528AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/04

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Didattica della matematica e nuove tecnologie

**Docente titolare:** Favilli Franco

**Programma previsto:**

- Analisi di software didattici per l'algebra e la geometria (Cabri, GeoGebra ...).
- Analisi di materiali didattici preparati nell'ambito di piani ministeriali di formazione in-servizio degli insegnanti.
- Individuazione ed esame di attività didattiche esemplari per la scuola secondaria, preparate tramite anche l'utilizzo di software.
- Analisi delle potenzialità offerte dalle LIM – Lavagne Interattive Multimediali.
- Elaborazione e sperimentazione in aula di nuove attività didattiche per la scuola secondaria, che prevedano l'utilizzo di software didattici e della LIM.

**Testi consigliati:**

**Modalità d'esame:**

Relazione scritta e discussione orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di Calcolo delle Variazioni

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Massimo Gobbino (massimo.gobbino@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 047AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** Archivio Didattico di Massimo Gobbino (si trova con qualunque motore di ricerca)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di Calcolo delle Variazioni  
**Docente titolare:** Massimo Gobbino

**Prerequisiti:**

- tassativamente Analisi 1 e Analisi 2 (sostanzialmente tutto, in particolare liminf/limsup, studi di funzione, integrali, calcolo differenziale in una e più variabili, equazioni differenziali, formula di Gauss-Green, successioni di funzioni),
- possibilmente (in caso di necessità qualche lezione *extra* potrà essere dedicata a richiamare i fatti fondamentali per gli eventuali interessati al corso che ne avessero bisogno) spazi metrici, misura di Lebesgue e relativi teoremi di passaggio al limite, spazi di Hilbert, basi hilbertiane,
- l'optimum sarebbe avere già una conoscenza di base degli spazi di Sobolev e della convergenza debole (ma questi argomenti saranno svolti come parte integrante del corso).

**Programma previsto:**

*Preliminari* Funzionali integrali in dimensione uno ed in dimensione qualunque. Esempi di problemi di minimo classici che coinvolgono funzionali integrali (brachistocrona, catenaria, corde e travi elastiche). Esempi di problemi di minimo classici che non coinvolgono solo funzionali integrali.

*Metodo indiretto* Lemma fondamentale del calcolo delle variazioni (nell'ambito delle funzioni continue). Calcolo della derivata di un funzionale lungo una curva. Equazione di Eulero-Lagrange per funzionali integrali. Casi speciali in cui le soluzioni dell'equazione sono effettivamente punti di minimo. Applicazione ad alcuni problemi di minimo classici. Equazione di Eulero-Lagrange in dimensione superiore: dall'integrale di Dirichlet al Laplaciano.

*Metodo diretto* Convergenza debole negli spazi di Hilbert separabili. Compattezza debole delle palle e semicontinuità debole della norma. Derivate deboli per funzioni di una variabile. Spazi di Sobolev in una variabile. Formulazione debole di problemi variazionali in spazi di Sobolev. Lemma fondamentale del calcolo delle variazioni (nell'ambito delle funzioni integrabili secondo Lebesgue). Teoremi di semicontinuità e compattezza. Interpretazione debole dell'equazione di Eulero-Lagrange. Regolarità delle soluzioni via bootstrap.

*Rilassamento* Esempi di problemi di minimo che non hanno soluzione. Definizione di problema rilassato e sue principali proprietà. Ruolo della convessificazione nel calcolo del rilassato.

*Gamma convergenza* Definizione astratta di Gamma limite, Gamma limsup e Gamma liminf. Stabilità della nozione rispetto a perturbazioni continue. Rapporti con la convergenza puntuale ed uniforme. Rilassamento come caso particolare di Gamma convergenza. Lemma del sottoinsieme denso in energia. Dimostrazione del metodo dei moltiplicatori di Lagrange mediante penalizzazione del vincolo. Esempi di passaggio dal discreto al continuo: dai rapporti incrementali alle derivate deboli. Esempi di omogeneizzazione in funzionali integrali.

**Testi consigliati:** trattandosi di un corso introduttivo, il programma svolto è un sottoinsieme molto ridotto di un qualunque testo sull'argomento.

**Modalità d'esame:** scritto + orale.

**Altre informazioni:** per ulteriori informazioni sul corso, consultare la home page del docente.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Elementi di Geometria Algebrica:**  
**Rita Pardini:** (pardini@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 049AA  
**Valore in CFU:** 6  
**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/03  
**Numero di ore di didattica frontale:** 48  
**Semestre di svolgimento:** I  
**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~pardini/>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di Geometria Algebrica

**Docente titolare:** Rita Pardini

**Prerequisiti:** si utilizzeranno nel corso nozioni di base di topologia, di algebra e di geometria proiettiva, tutte comprese nei programmi di Geometria 2 e Algebra 2. È quindi auspicabile che gli studenti abbiano seguito già questi due corsi.

**Programma previsto:**

Richiami di algebra lineare e commutativa: omogeneizzazione e disomogeneizzazione di polinomi. Teorema di Eulero. Estensioni intere e finite di anelli; normalizzazione di Noether. Grado di trascendenza di un'estensione di campi finitamente generata.

Richiami sulle curve piane e ipersuperfici complesse. Cubiche piane: forma normale di Weierstrass, l'invariante  $J$ , configurazione dei flessi, legge di gruppo.

Varietà affini: Topologia di Zariski sullo spazio affine. Spazi topologici noetheriani e decomposizione in irriducibili. Il Nullstellensatz di Hilbert. Anello delle coordinate e applicazioni affini, morfismi e isomorfismi, varietà affini. Nullstellensatz relativo. Spettro massimale e spettro primo di un anello.

Varietà proiettive: Topologia di Zariski nello spazio proiettivo, Nullstellensatz omogeneo, chiusura proiettiva di una varietà affine. Morfismi. Applicazione di Veronese. Grassmanniane.

Esempi di gruppi algebrici e azioni di gruppo:  $G_m$ ,  $G_a$ ,  $GL(n)$ ,  $PGL(n)$ , la cubica piana liscia.

Varietà quasi-proiettive: Gli aperti affini sono una base (proprietà di compattezza). Funzioni regolari e morfismi. Applicazione di Segre e prodotti. L'immagine di una varietà proiettiva tramite un morfismo è chiusa. Funzioni razionali e applicazioni razionali. Campo delle funzioni razionali e equivalenza birazionale. Ogni varietà irriducibile è birazionale a un'ipersuperficie. Dimensione e singolarità: Dimensione come grado di trascendenza del campo delle funzioni razionali. Spazio tangente e singolarità di una varietà algebrica, i punti non singolari sono un aperto denso. Dimensione di un sottoinsieme chiuso proprio, dimensione del prodotto. Dimensione dell'intersezione con un'ipersuperficie (senza dimostrazione), definizione topologica di dimensione. Il teorema sulla dimensione delle fibre di un morfismo (senza dimostrazione). Applicazione: il numero di rette sulla superficie generale di grado  $d$  in  $\mathbb{P}^3$ . Il numero di rette su una superficie cubica liscia.

**Testi consigliati:**

1. E. Fortuna, R. Frigerio, R. Pardini, Geometria proiettiva, Problemi risolti e richiami di teoria, UNITEXT Springer (2011).
2. M. Atiyah, I. MacDonald, Introduction to Commutative Algebra, Addison-Wesley (1969).
3. M. Reid, Undergraduate Algebraic Geometry, Cambridge University Press (1988).
4. I. R. Shafarevich, Basic Algebraic Geometry 1, (Second edition), Springer (1994).
5. K. Smith, et al., An invitation to algebraic geometry. Universitext. Springer (2000).
6. R. Hartshorne, Algebraic Geometry, G.T.M. 52 Springer (1977).

**Modalità d'esame:** esame orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di meccanica celeste

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Anna Maria Nobili (nobil@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 051AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/07

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://eotvos.dm.unipi.it/homenobili.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di meccanica celeste

**Docente titolare:** Anna Maria Nobili

**Programma previsto:**

- Problema dei due corpi ed Equazione di Keplero. Soluzione del problema dei due corpi con l'uso del vettore di Lenz. Orbite ed elementi orbitali. Equazione di Keplero, legge oraria e soluzione numerica.
- Problema dei due corpi in caso di violazione del Principio di Equivalenza. Soluzione, confronto con il caso classico e rilevanza per esperimenti spaziali con corpi celesti e/o artificiali.
- Problema dei tre corpi ristretto circolare. Equazioni del moto, integrale di Jacobi, criterio di stabilità di Hill. Esempi di moti ordinati e moti caotici (anche in assenza di instabilità macroscopiche). Accenni al problema ristretto ellittico.
- Moti della Terra come corpo esteso. Si scrivono e si risolvono le equazioni che descrivono il moto dei poli della Terra (precessione libera, precessione lunisolare e loro effetti astronomici).
- Potenziale mareale ed effetti della marea. Si scrivono il potenziale che genera le maree, le forze mareali e il momento dovuto all'attrito delle maree. Si discutono gli effetti dell'attrito delle maree sul moto della Terra, della Luna e di altri corpi del Sistema Solare (in particolare l'assenza di satelliti dei pianeti Mercurio e Venere).

**Testi consigliati:** Appunti delle lezioni (in PDF). Dispense del corso a cura dello studente Daniele Serra (in latex e PDF). Testi di riferimento: *Orbital motion*, di Archie E. Roy, Ed. Adam Hilger, *Introduction a la mecanique celeste*, di Jean Kovalevsky, Librairie Armand Colin, Paris.

**Modalità d'esame:** L'esame finale è solo orale ma di lunga durata. Lo studente può scegliere di iniziare l'esame discutendo un argomento a scelta, sul quale, sotto la guida della docente, ha preparato una breve presentazione. Si può trattare dell'approfondimento di un argomento trattato a lezione oppure della presentazione di uno a questi collegato che abbia suscitato il suo interesse. Lo scopo è di mettere lo studente a proprio agio partendo da un argomento che ha ben preparato, e anche di abituarlo ad acquisire una propria autonomia nell'affrontare e presentare un argomento scientifico ben delimitato. La docente si riserva di valutare ogni singola richiesta per evitare che questa attività vada a discapito del programma di base del corso.

**Altre informazioni:** L'orario fissato è Mercoledì ore 14-16 Aula L; Venerdì ore 16-18 Aula L (Polo Fibonacci). In generale è possibile qualche aggiustamento per tenere conto delle esigenze degli studenti (chi ha richieste di modifica si presenti alla prima lezione)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di Probabilità e Statistica (EPS)

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Franco Flandoli (flandoli@dma.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 052AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/06

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://users.dma.unipi.it/~flandoli/EPS.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di Probabilità e Statistica (EPS)

**Docente titolare:** Franco Flandoli

**Prerequisiti:** analisi matematica in una e più variabili, algebra lineare.

**Programma previsto:**

Algebre e sigma-algebre, probabilità finitamente additive e numerabilmente additive, prime proprietà. Controesempio di Vitali. Spazi di probabilità finiti, calcolo combinatorio. Probabilità condizionale, formula di Bayes, indipendenza di eventi.

Richiami sulle serie numeriche. Integrale rispetto ad una misura discreta; proprietà dell'integrale, teoremi limite. Variabili aleatorie discrete. Legge di una variabili aleatoria. Schema delle prove ripetute (successo/insuccesso), esempi di v.a. discrete. Valor medio ed integrazione rispetto alla misura immagine. Momenti, varianza, diseuguaglianze di Markov e di Chebiscev. Variabili aleatorie vettoriali, densità discreta congiunta e marginali, covarianza e coefficiente di correlazione e loro proprietà. Variabili indipendenti, caratterizzazioni e misura prodotto. Legge debole dei grandi numeri. Teorema limite centrale.

Modello statistico, verosimiglianza, campione di taglia  $n$ . Stimatori corretti, consistenti, di massima verosimiglianza. Regioni di fiducia. Modello esponenziale; riassunto esaustivo. Definizioni sui test statistici. Lemma di Neyman-Pearson; rapporto di verosimiglianza crescente.

Elementi di calcolo delle probabilità nel continuo, sigma algebra dei boreliani, teoremi di unicità e di esistenza di misure di probabilità, costruzione di misure a partire da funzioni di ripartizione. Funzioni misurabili, funzioni semplici, definizione di integrale rispetto ad una misura di probabilità e principali proprietà. Probabilità definita da una densità. Variabile aleatoria e sua legge, sua funzione di ripartizione, v.a. con densità. Teorema di integrazione rispetto alla misura immagine. Definizione di valore atteso. Teorema di Fubini-Tonelli ed altri teoremi su misure prodotto e sull'indipendenza. Densità di una trasformazione. Definizione di diversi tipi di convergenze di variabili aleatorie, loro proprietà e legami.

Elementi di statistica parametrica nel continuo, teorema sulla consistenza di modelli esponenziali, Lemma di Neyman-Pearson e sue conseguenze.

Modello statistico gaussiano; richiami sulle gaussiane; rotazioni di vettori gaussiani standard e loro conseguenze su media e varianza campionarie; stimatori di massima verosimiglianza, loro correttezza e consistenza, uso delle variabili chi-quadro. Concetto di quantile ed uso delle tavole. Intervalli di fiducia e test gaussiani, di Student e chi quadro.

**Testi consigliati:** Dispense

**Modalità d'esame:** Prova scritta seguita da prova orale

**Altre informazioni:** si terranno prove in itinere che esonerano dalla prova scritta.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di Teoria degli Insiemi

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Alessandro Berarducci (berardu@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 053AA

**Valore in CFU:** 6 crediti

**Settore scientifico-disciplinare:** Mat/01 Logica Matematica

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~berardu/>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di Teoria degli Insiemi

**Docente titolare:** Alessandro Berarducci

**Programma previsto:** TEORIA INTUITIVA DEGLI INSIEMI. Cardinalità di un insieme. Insiemi numerabili. Cardinalità del continuo. Cardinalità dell'insieme delle parti. Cardinalità dei numeri razionali, degli irrazionali, degli algebrici, dei trascendenti. Buoni ordini. Ordinali e cardinali. Discussione dei paradossi insiemistici.

TEORIA ASSIOMATICA DEGLI INSIEMI. Assiomi di Zermelo-Fraenkel. Numeri naturali e numeri reali. Assioma della scelta e formulazioni equivalenti. Induzione e ricursione transfinita. Aritmetica dei numeri ordinali e cardinali. Cofinalità. Cardinali regolari e singolari. Ipotesi del continuo. La gerarchia cumulativa degli insiemi. Altre assiomatizzazioni: la teoria delle classi di Gödel-Bernays-Von Neumann.

METATEORIA. Modelli naturali della teoria degli insiemi. Il concetto di dimostrazione formale. Enunciato del teorema di completezza.

**Testi consigliati:** Jech & Hrbacek, Introduction to Set Theory, Marcel-Dekker, 1999.

Azriel Levy, Basic Set Theory, Dover publications, 1979

Dispense del docente. <http://www.dm.unipi.it/~berardu/>

**Modalità d'esame:** Esame finale scritto e orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di topologia algebrica  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Carlo Petronio (petronio@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 054AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/03

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** [www.dm.unipi.it/pages/petronio/public\\_html/files/dida1516/dida1516.html](http://www.dm.unipi.it/pages/petronio/public_html/files/dida1516/dida1516.html)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Elementi di topologia algebrica  
**Docente titolare:** Carlo Petronio

**Programma previsto:**

1. DEFINIZIONE DI OMOLOGIA (SIMPLICIALE)    Categorie e funtori (cenni). Complessi di catene e loro omologia. Complessi simpliciali geometrici e loro omologia. Complessi politopali, omologia, suddivisione e invarianza dell'omologia per suddivisione (cenni). 0-omologia. 1-omologia come abelianizzazione del gruppo fondamentale. Teorema di approssimazione simpliciale. L'omologia come funtore. Proprietà di omotopia del funtore omologia. Omologia del punto.
2. VARIETÀ    Varietà topologiche, differenziabili e PL, con e senza bordo. Orientabilità.  $n$ -omologia di una  $n$ -varietà. Definizione PL di grado e sua caratterizzazione differenziabile. Applicazioni del grado: funzioni da  $S^1$  in sé, teorema fondamentale dell'algebra, immersioni da  $S^1$  in  $\mathbb{R}^2$  e in  $S^2$ , teorema del punto fisso di Brouwer. Dimostrazione che  $\mathbb{R}^n$  non è omeomorfo a  $\mathbb{R}^m$  per  $n$  diverso da  $m$ . Teorema di Jordan-Schönflies con dimostrazioni PL e liscia. Hauptvermutung in dimensione 2; superfici PL e loro classificazione.
3. ASSIOMI DELL'OMOLOGIA    Successioni esatte ed esatte corte. Omologia relativa. Omotopia ed escissione. La successione esatta lunga in omologia. Successione esatta di Mayer-Vietoris. Omologia delle sfere. Unicità dell'omologia dati gli assiomi.

4. ALTRE TEORIE OMOLOGICHE     Delta-complessi, complessi simpliciali astratti e loro realizzazioni. CW complessi. Omologia singolare e sue proprietà. Interpretazione dell'omologia relativa e dell'omomorfismo di bordo nella successione esatta lunga. Omologia a coefficienti in un gruppo.  $\text{Tor}(A, B)$  e teorema dei coefficienti universali per l'omologia. Formula di Künneth.

5. COOMOLOGIA     Coomologia di un complesso di catene.  $\text{Ext}(A, B)$  e teorema dei coefficienti universali per la coomologia. Proprietà assiomatiche della coomologia. Prodotto in coomologia e dualità di Poincaré.

**Testi consigliati:**

Matveev - Lectures on algebraic topology

Hatcher - Algebraic topology

Spanier - Algebraic topology

Massey - A basic course in algebraic topology

Munkres - Elements of algebraic topology

Greenberg, Harper - Algebraic topology. A first course

(seguo soprattutto il primo e in parte il secondo; gli altri servono solo come riferimento)

**Modalità d'esame:** Prova orale

Università di Pisa  
Dipartimento di Matematica  
Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica  
Anno accademico 2015/2016  
Scheda di un insegnamento attivato

Nome dell'insegnamento: Equazioni di Evoluzione  
Docente titolare: Nicola Visciglia, [viscigli@dm.unipi.it](mailto:viscigli@dm.unipi.it)

Codice dell'insegnamento:  
Valore in CFU: 6  
Settore scientifico-disciplinare: MAT05  
Numero di ore di didattica frontale: 30 ore  
Semestre di svolgimento: secondo  
Sito web dell'insegnamento:

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento: Equazioni di Evoluzione**  
**Docente titolare: Nicola Visciglia**

**Programma previsto:**

Dopo una breve introduzione alla teoria di Cauchy, presenteremo vari risultati sul comportamento per grandi tempi delle soluzioni dell'equazione di Schroedinger nonlineare. Mostriamo che si verificano fenomeni diversi a seconda del tipo di nonlinearity che si considera: per nonlinearity short-range le soluzioni nonlineari si comportano asintoticamente come le soluzioni dell'equazione lineare; nel caso di nonlinearity long-range la descrizione delle soluzioni nonlineari per grandi tempi richiede una modifica nella fase rispetto al flusso lineare. Gli strumenti utilizzati saranno: Stime di Strichartz, Stime di Morawetz, campi vettoriali, teoria delle risonanze spazio-tempo.

**Testi consigliati:**

F. Linares, G. Ponce: Introduction to nonlinear dispersive equations. Second edition. Universitext. Springer  
T. Cazenave: Semilinear Schroedinger equations. Courant Lecture Notes.

**Modalità d'esame: prova orale e seminario su argomento concordato.**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Equazioni differenziali stocastiche ed applicazioni

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Franco Flandoli (flandoli@dma.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 555AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/06

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://users.dma.unipi.it/~flandoli/SDE.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Equazioni differenziali stocastiche ed applicazioni

**Docente titolare:** Franco Flandoli

**Prerequisiti:** Probabilità, elementi di teoria dei processi stocastici come quelli insegnati nel corso di Istituzioni di Probabilità: processi stocastici a tempo continuo, gaussiani, di Markov, moto browniano, martingale, integrazione stocastica rispetto al moto browniano, formula di Ito e di Girsanov, primi cenni alle equazioni differenziali stocastiche (che verranno in gran parte ripresi).

**Programma previsto:**

Nozioni di soluzione forte e debole, di unicità per traiettorie ed in legge. Il teorema base di esistenza e unicità forte in ipotesi di Lipschitz. Un teorema di esistenza e unicità debole in ipotesi di sola limitatezza e controesempi nel caso deterministico. Alcune simulazioni con R. Come si va oltre le ipotesi di Lipschitz a livello di soluzioni forti ed unicità per traiettorie. La proprietà di flusso stocastico. La proprietà di Markov.

Legami con equazioni alle derivate parziali: esistenza di soluzioni misure per l'equazione di Fokker-Planck ed unicità di soluzioni regolari per l'equazione di Kolmogorov. La formula di Feynmann-Kac. Simulazione con R di alcune equazioni alle derivate parziali. Approfondimenti: dimostrazione esistenza e regolarità per le l'equazione di Kolmogorov tramite equazioni stocastiche; unicità di soluzioni misure per l'equazione di Fokker-Planck e regolarità della soluzione. Misure invarianti, esempi (sistemi gradiente). Simulazioni: profilo della densità invariante in  $d=1$ ; metodo MCMC nel continuo.

Sistemi di particelle interagenti, misura empirica, equazioni associate alla misura empirica. Il problema del limite macroscopico nel caso di particelle indipendenti. Premesse sulla biologia dei tumori e sulla modellizzazione macroscopica della crescita di un tumore, diffusione di cellule tumorali, ipossia ed angiogenesi. Simulazioni sulla modellizzazione macroscopica e frammenti rigorosi come il problema delle regioni invarianti. Il modello di FKPP: proprietà delle soluzioni, onde viaggianti, simulazioni, rappresentazione probabilistica.

Modellizzazione microscopica. Interazioni di contatto. Vari regimi (interazioni a corto, medio e lungo raggio). Il caso di campo medio (interazioni a lungo raggio), limite macroscopico ad una PDE non locale. Approfondimenti sul caso di campo medio, propagazione del chaos. Simulazioni con R. Cenni alla teoria di campo medio con proliferazione. Dalle equazioni di campo medio alle equazioni dei mezzi porosi. Simulazioni con R e realismo applicativo. Interazioni di contatto (corto raggio). Euristiche sul limite macroscopico ed equazione parabolica quasi-lineare con nonlinearità  $P(u)$  definita in modo implicito. Studio numerico della forma di  $P(u)$  e validazione numerica del modello.

**Testi consigliati:** Dispense

**Modalità d'esame:** Prova orale ed eventuale progettino con software R.

**Altre informazioni:** Si apprenderà anche la simulazione con R di equazioni differenziali stocastiche e di semplici equazioni alle derivate parziali.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Equazioni Ellittiche

**Docente titolare:** Antonio Tarsia

e-mail: [tarsia@dm.unipi.it](mailto:tarsia@dm.unipi.it)

[http://www.dm.unipi.it/pages/tarsia/public\\_html/](http://www.dm.unipi.it/pages/tarsia/public_html/)

**Codice dell'insegnamento:** 109AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT05

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** secondo

**Sito web dell'insegnamento:** [http://www.dm.unipi.it/pages/tarsia/public\\_html/corsoellittiche1516/corsoellittiche1516.html](http://www.dm.unipi.it/pages/tarsia/public_html/corsoellittiche1516/corsoellittiche1516.html)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Equazioni Ellittiche.

**Docente titolare:** Antonio Tarsia.

**Prerequisiti:** Nozioni di base dell'Analisi Matematica, in particolare l'integrale di Lebesgue e gli spazi di Sobolev.

**Programma previsto:** Il corso si propone di fornire alcuni degli elementi che consentano di orientarsi nella vasta problematica riguardante le equazioni e i sistemi ellittici. Dopo aver richiamato alcune delle proprietà fondamentali dell'operatore di Laplace affronterò la questione dell'esistenza di soluzioni dei problemi ellittici: *soluzioni classiche, forti, deboli, (eventualmente anche viscosi)*.

Saranno poi esposti due dei principali approcci alla teoria della regolarità delle soluzioni:

- (i) metodo di De Giorgi - Nash - Moser;
- (ii) metodo di Campanato.

Se ci sarà tempo, approfondirò le questioni riguardanti le equazioni ellittiche totalmente non lineari (*fully nonlinear*) in modo di arrivare a dare un'idea di quelli che sono gli sviluppi più recenti della teoria.

**Testi consigliati:** saranno preparate delle dispense sugli argomenti svolti a lezione. Nelle dispense saranno indicati i testi per gli eventuali approfondimenti.

**Modalità d'esame:** prova orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Fisica I con Laboratorio

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Paolo Rossi    Paolo.Rossi(@)df.unipi.it

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Luca Baldini    Luca.Baldini(@)pi.infn.it,

**Codice dell'insegnamento:** 241BB

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** FIS/02

**Numero di ore di didattica frontale:** 65

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.df.unipi.it/~rossi/didat.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Nome

**Docente titolare:** Nome

**Co-docenti:** Nome, Nome **Cancellare la riga se non si applica**

**Prerequisiti:** **Cancellare le righe se non si applicano**

Lista contenuti/corsi

**Programma previsto:**

Programma **Suddiviso in moduli se presenti**

**Testi consigliati:**

Testi

**Modalità d'esame:**

Modalità

**Altre informazioni:** **Cancellare le righe se non si applicano**

Informazioni

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Fisica II

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Stefano Bolognesi ( stefano.bolognesi(@)unipi.it )

**Codice dell'insegnamento:** 016BB

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** FIS/02

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <https://corsidf.df.unipi.it/claroline/course/index.php?cid=016BB>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Fisica II  
**Docente titolare:** Stefano Bolognesi

**Prerequisiti:** Cancellare le righe se non si applicano  
Lista contenuti/corsi

**Programma previsto:**

**Elettrostatica:** legge di Coulomb. Campo elettrico, legge di Gauss, teorema di Stokes, potenziale elettrostatico, prima e seconda equazione di Maxwell nel caso statico. Equazioni di Poisson e Laplace. Condizioni al contorno di Dirichlet e von Neumann. Campo elettrico di varie distribuzioni di carica tipiche. Dipoli, sviluppo in multipoli (accenno). Energia del campo elettrico e di una distribuzione di carica. I conduttori. Metodi di soluzione dei problemi di elettrostatica dei conduttori. Campo elettrico nella materia, dielettrici, polarizzazione (accenno). Correnti stazionarie: legge di Ohm, effetto Joule, resistenze, correnti, capacità, condensatori.

**Magnetismo:** legge di Biot-Savart, legge di Ampere, forza di Lorentz. Campo magnetico di varie configurazioni tipiche di circuiti. Dipolo magnetico, sviluppo in multipoli. Energia del campo magnetico e di un sistema di circuiti, induttanza e mutua induttanza. Campo magnetico nella materia (accenno). Circuiti tipici RL, RC, RLC. Legge di Faraday. Forza elettromotrice indotta, generatori di corrente. Corrente di spostamento. Terza e quarta equazione di Maxwell.

**Elettromagnetismo:** Onde elettromagnetiche, polarizzazione, riflessione e rifrazione.

**Testi consigliati:**

Testo base: C. Mencuccini e V. Silvestrini, Fisica II (Elettromagnetismo-Ottica), Liguori Editore.

Oppure un altro equivalente testo standard di elettromagnetismo

Testi Avanzati/Alternativi (solo per alcune parti): Jackson, Elettrodinamica classica (Zanichelli),

The Feynman Lectures on Physics, vol 2, R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands

**Modalità d'esame:**

Cinque appelli con esame scritto e orale. 5 scritti (2 verso gennaio/febbraio, 2 verso giugno/luglio ed 1 a settembre). Il 6o scritto è sostituito da due "prove in itinere": il primo compitino è sull'elettrostatica, il secondo sul magnetismo. Agli scritti è permesso portare qualunque libro di testo o di esercizi. L'orale consiste sia di domande di teoria che risoluzione di esercizi e può essere evitato accettando la media dei due compitini (o di due compiti, o dei compitini e di un compito; in tale caso l'intenzione di mediare deve essere dichiarata al momento della consegna del secondo scritto), purché i voti dei due compiti(ni) differiscano di meno di 10 punti.

**Altre informazioni:**

3/4 ore settimanali di lezione e 3/2 di esercitazione, senza orari fissi per la suddivisione.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** FISICA 3 CON LABORATORIO

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Marco Sozzi (marco.sozzi@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 182BB

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** FIS/02

**Numero di ore di didattica frontale:** 81

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.df.unipi.it/~sozzi/Fisica3.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** FISICA 3 CON LABORATORIO

**Docente titolare:** Marco Sozzi

**Prerequisiti:**

FISICA1, FISICA 2

**Programma previsto:**

Campi lentamente variabili nel tempo. Circuiti RLC in regime transiente e sinusoidale, impedenza complessa, risonanza, linee di trasmissione.

Onde, equazione di D'Alembert, interferenza, riflessione, rifrazione, diffrazione, pacchetti d'onda, velocità di gruppo, effetto Doppler e Cerenkov.

Potenziali elettromagnetici, gauge, potenziali ritardati. Onde elettromagnetiche, polarizzazione, teorema di Poynting. Radiazione di dipolo, formula di Larmor. Diffusione delle onde EM, dispersione. Indice di rifrazione complesso e costante dielettrica, onde in dielettrici e conduttori. Riflessione e rifrazione di onde EM, formule di Fresnel, riflessione totale, angolo di Brewster.

Elementi di relatività ristretta: trasformazioni di Lorentz per le coordinate e le velocità, simultaneità; invarianti relativistici e quadri-vettori, energia di riposo, trasformazioni del campo EM

**Testi consigliati:**

Griffiths – Introduction to electrodynamics

Feynman – La fisica di Feynman vol. 2

Picasso – Lezioni di fisica generale 2

**Modalità d'esame:**

Scritto e orale con prove in itinere

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Fisica Matematica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Claudio Bonanno (bonanno@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 111AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/07

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://users.dma.unipi.it/bonanno/didattica.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Fisica Matematica  
**Docente titolare:** Claudio Bonanno

**Prerequisiti:**

Non sono richieste conoscenze approfondite, ma una preparazione di base su teoria della misura, spazi di funzioni e operatori lineari.

**Programma previsto:**

- [ Introduzione allo studio degli stati di equilibrio per un sistema fisico, esempi elementari.
- [ Stati di equilibrio e misure di Gibbs per sistemi dinamici.
- [ Introduzione al formalismo termodinamico: pressione e operatore di trasferimento.
- [ Funzioni zeta.

**Testi consigliati:**

Gerhard Keller, "Equilibrium States in Ergodic Theory", London Mathematical Society Student Texts 42, Cambridge University Press, 1998

W. Parry, M. Pollicott, "Zeta Functions and the Periodic Orbit Structure of Hyperbolic Dynamics", Asterisque n. 187-188, 1990

**Modalità d'esame:**

La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che può svolgersi (a discrezione del docente) in forma seminariale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Fondamenti di Programmazione con Laboratorio

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Stefano Chessa ([stefano.chessa@unipi.it](mailto:stefano.chessa@unipi.it))

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Giuseppe Prencipe ([giuseppe.prencipe@unipi.it](mailto:giuseppe.prencipe@unipi.it))

**Codice dell'insegnamento:** 017AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** INF/01

**Numero di ore di didattica frontale:** 71

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <https://elearning.di.unipi.it/moodle/course/view.php?id=61>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Fondamenti di Programmazione con Laboratorio

**Docente titolare:** Stefano Chessa

**Co-docenti:** Giuseppe Prencipe

**Programma previsto:**

Concetto di algoritmo;  
espressioni aritmetiche e booleane, istruzioni condizionali e iterative;  
funzioni e passaggio di parametri;  
strutture dati: array, puntatori, liste e alberi;  
ricorsione.

**Testi consigliati:**

S. Ceri, D. Mandrioli, L. Sbattella. Informatica: programmazione McGraw-Hill.

Altri testi di approfondimento:

B. W. Kernighan, D. M. Ritchie. Linguaggio C Pearson.

A. Bellini, A. Guidi. Linguaggio C, guida alla programmazione. McGraw-Hill.

**Modalità d'esame:**

Prova di programmazione e orale

**Altre informazioni:**

Il corso consiste in lezioni teoriche, esercitazioni (sotto forma di lezioni frontali in aula), e lezioni di laboratorio che si svolgeranno in un'aula informatica.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geodesia Via Satellite

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Andrea Milani Comparetti  
(milani@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** NON ANCORA DISPONIBILE

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT07

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** NON ANCORA DISPONIBILE

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geodesia Via Satellite

**Docente titolare:** Andrea Milani Comparetti

**Prerequisiti:** differenziale e Integrale (dai corsi del secondo anno). Teoria delle equazioni differenziali ordinarie, come svolta nei corsi di Analisi in più variabili 1 e Sistemi Dinamici. Formalismo Newtoniano e Lagrangiano della Meccanica.

**Programma previsto:**

1. **POSIZIONE DEL PROBLEMA:** Il problema della determinazione orbitale, le sue componenti: dinamica, osservazioni, errori. Esempi principali. Questo corso sarà dedicato al caso della determinazione orbitale collaborativa, soprattutto inseguimento di sonde spaziali. Problema modello. (2 ore).
2. **BREVI RICHIAMI SULLE EQUAZIONI DIFFERENZIALI ORDINARIE:** Flusso integrale, equazione alle variazioni, lemma di Gronwall, esponenti di Lyapounov. (2 ore)
3. **MINIMI QUADRATI:** Minimi quadrati lineari. Caso quasi lineare, correzioni differenziali. Soluzione nominale, matrice di covarianza. Regione di confidenza, incertezze marginali e condizionali. Interpretazione probabilistica. Problema modello. Pesatura dei residui. (8 ore)
4. **IL PROBLEMA DEL SATELLITE:** Il campo gravitazionale di un corpo esteso. Espansione in armoniche sferiche. Lo spazio delle funzioni armoniche. Perturbazioni nel dominio delle frequenze. (8 ore)

5. **PERTURBAZIONI NON GRAVITAZIONALI:** Attrito, pressione di radiazione diretta ed indiretta. Perturbazioni secolari. Effetto Yarkovsky. Accelerometri e gradiometri. (4 ore)
6. **SIMMETRIE:** Deficienze di rango e simmetrie, esatte e approssimate. Rimedi. Componenti principali. (4 ore)
7. **ARCHI CORTI:** Inseguimento laser, LAGEOS. Storia dell'attrito misterioso. Decomposizione locale-globale. Simmetrie esatte e approssimate nelle stazioni. (4 ore)
8. **GRAVIMETRIA DALLO SPAZIO:** Misura del campo gravitazionale di un pianeta. Sistemi di navigazione, accelerometri e gradiometri. Deficienza di rango dovuta all'orbita. Esempi: GOCE, JUNO, Lunar Orbiters. (5 ore)
9. **IN ORBITA ATTORNO AD UN ALTRO PIANETA:** La missione BepiColombo attorno a Mercurio. Natura delle osservabili, problemi di scale di tempi. Determinare la rotazione. (5 ore)

**Testi consigliati:**

A. Milani e G.F. Gronchi Theory of Orbit Determination, Cambridge University Press, 2010.

**Modalità d'esame:** L'esame prevede una presentazione, preparata in precedenza, di una parte del programma in forma di seminario.

**Altre informazioni:** La data e l'aula della lezione introduttiva saranno comunicate prima dell'inizio del secondo semestre.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria 1  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Elisabetta Fortuna  
(fortuna@dm.unipi.it)  
**Co-docente (e suo indirizzo e-mail):** Sandro Manfredini  
(manfredi@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 614AA  
**Valore in CFU:** 15  
**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/03  
**Numero di ore di didattica frontale:** 120  
**Semestre di svolgimento:** I e II  
**Sito web dell'insegnamento:** <https://elearning.dm.unipi.it>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria 1

**Docente titolare:** Elisabetta Fortuna

**Co-docente:** Sandro Manfredini

**Programma previsto:**

**Nota:** il seguente è un programma di massima; a seconda dello svolgimento concreto del corso potranno esserci alcune variazioni. L'esame finale verterà sul programma effettivamente svolto, che gli studenti sono invitati a verificare sulla pagina web dedicata ai registri delle lezioni.

Spazi vettoriali e sottospazi. Applicazioni lineari, nucleo e immagine, isomorfismi, lo spazio  $\text{Hom}(V, W)$ . Identificazione fra  $\text{Hom}(\mathbb{K}^n, \mathbb{K}^p)$  e  $M(p, n, \mathbb{K})$ . Sistemi lineari, algoritmo di Gauss. Equazioni parametriche e cartesiane di un sottospazio vettoriale di  $\mathbb{K}^n$ . Composizione di applicazioni lineari, prodotto righe per colonne di matrici. Indipendenza lineare, basi, dimensione di uno spazio vettoriale finitamente generato. Formula di Grassmann, formula delle dimensioni di nucleo e immagine di un'applicazione lineare. Passaggio alle coordinate, matrice associata ad un'applicazione lineare, cambiamenti di base. Rango di un'applicazione lineare e di una matrice, rango della trasposta di una matrice; calcolo dell'inversa di una matrice invertibile. Spazio duale, annullatore di un sottospazio, applicazione trasposta. Isomorfismo canonico fra uno spazio vettoriale finitamente generato e il suo bidual.

Teoria del determinante e applicazioni: definizione assiomatica del determinante, esistenza e unicità, interpretazione geometrica, formule esplicite, sviluppi di Laplace, teorema di Binet, regola di Cramer, formula dell'inversa

di una matrice invertibile, determinante della trasposta, caratterizzazione del rango di una matrice via determinanti.

Endomorfismi di uno spazio vettoriale, sottospazi invarianti. Endomorfismi coniugati e matrici simili. Autovalori e autospazi, polinomio caratteristico. Caratterizzazione degli endomorfismi diagonalizzabili e di quelli triangolabili. Teorema di Hamilton-Cayley. Ideale di un endomorfismo, polinomio minimo. Forma canonica di Jordan. Forma di Jordan reale.

Forme bilineari. Matrici rappresentative di forme bilineari, matrici congruenti. Rango di una forma, forme non degeneri. Prodotti scalari e forme quadratiche. Ortogonalità, vettori isotropi, esistenza di basi ortogonali, procedimenti di ortogonalizzazione, proiezioni ortogonali. Isometrie, ogni gruppo ortogonale è generato da riflessioni. Classificazione dei prodotti scalari reali e complessi a meno di isometrie, criterio di Jacobi. Dualità e teoremi di rappresentazione. Aggiunto di un endomorfismo. Spazi Euclidei, il gruppo ortogonale reale, algoritmo di Gram-Schmidt. Operatori autoaggiunti, il Teorema spettrale reale.

Struttura affine di  $\mathbb{R}^n$ . Spazi affini, combinazioni affini, sottospazi affini e loro giacitura. Sistemi di riferimento affini. Trasformazioni affini. Classificazione affine delle coniche reali e complesse. Caratterizzazione delle trasformazioni di  $\mathbb{R}^n$  che preservano la distanza euclidea. Quadriche.

#### **Testi consigliati:**

Le lezioni non seguiranno uno specifico libro di testo; lo studente può però reperire i vari argomenti trattati in uno o più dei seguenti testi consigliati:

Abate: *Geometria*, McGraw Hill

Ciliberto: *Algebra lineare*, Bollati Boringhieri

Lang: *Algebra lineare*, Bollati Boringhieri

Sernesi: *Geometria 1*, Bollati Boringhieri

#### **Modalità d'esame:**

L'esame finale prevede una prova scritta e una prova orale.

#### **Altre informazioni:**

Per partecipare ad una prova scritta d'esame è richiesto di iscriversi collegandosi al sito <https://esami.unipi.it/>

Università di Pisa  
Dipartimento di Matematica  
Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica  
Anno accademico 2015/2016  
Scheda di un insegnamento attivato

Geometria 2

Francesca Acquistapace (acquistf@dm.unipi.it): (@)

Fabrizio Broglia (broglia@dm.unipi.it)

codice:511AA:

CFU:12

Settore:Mat03

Ore totali:120

Annuale:

Sito web dell'insegnamento: non c'è.

Università di Pisa  
Dipartimento di Matematica  
Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica  
Anno accademico 2015/2016  
Informazioni su un insegnamento attivato

Geometria 2:  
Francesca Acquistapace :

Prerequisiti: Geometria analitica e Algebra lineare, Analisi Matematica 1:

Programma di massima: Topologia: Strutture topologiche, connessione e compattezza, quozienti. Spazi proiettivi: coordinate omogenee, riferimenti, sottospazi lineari, proiezione sghemba, classificazione coniche e quadriche. Topologia algebrica: Omotopia, gruppo fondamentale, rivestimenti, teorema di Van Kampen. Una variabile complessa: Serie convergenti, funzioni analitiche, funzioni olomorfe, integrale di Cauchy, serie di Laurent, sfera di Riemann, teorema dei residui e conseguenze

Testi consigliati: M. Manetti Topologia Springer, dispense. H. Cartan Théorie élémentaire des fonctions analytiques d'une ou plusieurs variables complexes. Enseignement des Sciences. Hermann, Paris 1961.

Modalità di esame: Scritto e orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:**

Geometria Algebrica B

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Sandro Manfredini (manfredi@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 116AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/03 GEOMETRIA

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria Algebrica B  
**Docente titolare:** Sandro Manfredini

**Prerequisiti:** Funzioni olomorfe di una variabile complessa. Concetti di base di omologia e coomologia.

**Programma previsto:** Fasci e prefasci. Coomologia a valori in un fascio o in un prefascio. Nozioni di funzioni olomorfe di più variabili complesse e varietà complesse. Divisori, line bundles e immersioni proiettive di varietà complesse. Forme differenziali su varietà complesse e a valori in fibrati complessi. Metriche Hermitiane. Cenni di teoria di Hodge. Varietà di Kahler. I teoremi di annullamento e di immersione di Kodaira.

**Testi consigliati:** Griffiths P., Harris J., Principles of Algebraic Geometry, Wiley-Interscience Publication

**Modalità d'esame:** Seminario su un argomento non svolto a lezione in cui si utilizzano le tecniche introdotte nel corso.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** GEOMETRIA ALGEBRICA C  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Marco Franciosi  
marco.franciosi@unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 117AA  
**Valore in CFU:** 6  
**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/03  
**Numero di ore di didattica frontale:** 42  
**Semestre di svolgimento:** II  
**Sito web dell'insegnamento:**  
<http://users.dma.unipi.it/franciosi/geometria-algebraica-c.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** GEOMETRIA ALGEBRICA C

**Docente titolare:** Marco Franciosi

**Prerequisiti:**

I prerequisiti sono coperti dai corsi obbligatori di geometria della laurea triennale in matematica.

**Programma previsto:**

Richiami sulle curve algebriche piane.

Superfici di Riemann: definizione ed esempi. Funzioni olomorfe e meromorfe, morfismi tra superfici di Riemann.

Forme differenziali e integrazione su una superficie di Riemann. Teorema dei residui.

Divisori su superfici di Riemann compatte; divisore associato a una funzione meromorfa, equivalenza lineare, divisori canonici. Lo spazio  $\mathcal{L}(D)$  associato a un divisore  $D$ . Divisori e fibrati lineari. Sistemi lineari e mappe a valori negli spazi proiettivi.

Teorema di Riemann-Roch, Dualità di Serre e loro applicazioni.

Applicazioni pluricanoniche. Curve iperellittiche. Curve di genere basso, stima di Castelnuovo sul genere di una curva proiettiva.

Definizione della varietà Jacobiana e applicazione di Abel-Jacobi.

**Testi consigliati:**

- [1] R. Miranda, *Algebraic curves and Riemann surfaces*, Graduate Studies in Mathematics, Vol. 5, American Mathematical Society.

- [2] F. Kirwan, *Complex algebraic curves*, London Mathematical Society, Student texts 23.
- [3] E. Arbarello, M. Cornalba, P.A Griffiths, J. Harris *Geometry of algebraic curves, Vol. I*. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, 267. Springer-Verlag

**Modalità d'esame:** Prova orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2014/2015**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento: Geometria e Topologia Differenziale**

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Roberto Frigerio, frigerio(@)dm.unipi.it

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Bruno Martelli, martelli(@)dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento: 055AA**

**Valore in CFU: 6**

**Settore scientifico-disciplinare: MAT/03**

**Numero di ore di didattica frontale: 60**

**Semestre di svolgimento: primo**

**Sito web dell'insegnamento: <http://www.dm.unipi.it/frigerio/dida.html>**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2014/2015**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria e Topologia Differenziale

**Docente titolare:** Roberto Frigerio

**Co-docenti:** Bruno Martelli

**Programma previsto:**

**I. Curve nello spazio.** Curve nello spazio Euclideo tridimensionale. Curve regolari. Parametrizzazione tramite lunghezza d'arco, curvatura e torsione. Riferimento e formule di Frenet. Teorema Fondamentale della teoria locale delle curve.

**II. Varietà: prime nozioni.** Varietà differenziabili (immerse nello spazio Euclideo). Funzioni lisce, spazio tangente e differenziale. Punti critici e regolari. Parametrizzazioni locali ed espressione come luogo di zeri. Orientazione e orientabilità.

**III. Teoria metrica delle superfici.** Superfici nello spazio Euclideo tridimensionale. La prima forma fondamentale. La mappa di Gauss, l'operatore forma, la seconda forma fondamentale. Curvature principali, curvatura media e curvatura di Gauss. Il Teorema Egregium di Gauss. Geodetiche: definizione e loro proprietà. Curvatura geodetica. Caratteristica di Eulero e Teorema di Gauss-Bonnet.

**IV. Elementi di Topologia Differenziale.** Teoremi di Sard e di Brower. Varietà con bordo. Il bordo di una varietà compatta non ne è un retratto liscio. Teorema del punto fisso di Brower. Omotopia e isotopia. Grado modulo 2 di mappe tra varietà compatte e grado intero di mappe tra varietà compatte orientabili. Campi vettoriali. Indice di uno zero di un campo vettoriale. (Non) pettinabilità delle sfere. Teorema di Poincaré-Hopf.

**Testi consigliati:** M. P. Do Carmo, *Differential Geometry of Curves and Surfaces*.

M. Abate, *Curve e superfici*.

J. Milnor, *Topology from the differentiable viewpoint*.

**Modalità d'esame:** Vi sarà uno scritto sulle prime tre parti del programma, seguito da un orale sull'ultima parte del programma. Non sono previsti compiti.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria iperbolica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Bruno Martelli (martelli@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 125AA

**Valore in CFU:** 6 crediti

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/03

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** [http://www.dm.unipi.it/~martelli/didattica/matematica/2016/Geometria\\_iperbolica.html](http://www.dm.unipi.it/~martelli/didattica/matematica/2016/Geometria_iperbolica.html)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria iperbolica

**Docente titolare:** Bruno Martelli

**Prerequisiti:** Tutti gli argomenti fatti al secondo anno (gruppo fondamentale, rivestimenti, analisi complessa) e alcuni argomenti svolti a istituzioni (varietà differenziabili e riemanniane).

**Programma previsto:**

- Modelli dello spazio iperbolico: disco e semispazio, iperboloide.
- Isometrie dello spazio iperbolico. Geodetiche, angoli. Curvatura.
- Varietà a curvatura costante. Varietà iperboliche. Azioni di gruppi e rivestimenti.
- Superfici iperboliche. Spazio di Teichmüller.
- Varietà iperboliche di dimensione 3 e superiore.

**Testi consigliati:**

- Benedetti, Petronio "Lectures on hyperbolic geometry".
- Note del corso, disponibili sulla home page.

**Modalità d'esame:** A scelta dello studente, l'esame può essere tradizionale o a seminario.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria Reale

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Fabrizio Broglia, broglia(@)dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 127AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** Mat 03

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** Non c'e' sito web. Le comunicazioni avvengono per posta elettronica tra il docente e gli studenti.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Geometria Reale  
**Docente titolare:** Fabrizio Broglia

**Prerequisiti:**

I corsi di Algebra e Geometria della laurea triennale. Utile il corso Elementi di Analisi Complessa

**Programma previsto:**

Il corso ha una prima parte ove si introducono alcune nozioni base di un corso di Geometria Analitica come ad esempio la nozione di fascio, fascio coerente, spazio analitico e nozioni correlate.

Il corso tende poi a evidenziare nel suo corpo, maggiormente l'aspetto globale, essendo quello locale oggetto di altri corsi come Elementi di Analisi Complessa che puo' essere un ottimo prerequisito.

Inoltre durante il corso verranno sottolineate le principali differenze tra il caso in cui il corpo base sia quello dei numeri complessi o quello dei numeri reali.

**Testi consigliati:**

**Dispense a cura del docente**

Oltre a delle dispense curate dal docente si consigliano iniziale i seguenti testi

[Cartan, Henri](#) Variétés analytiques réelles et variétés analytiques complexes. (French) *Bull. Soc. Math. France* **85** 1957 77–99.

[Whitney, H.](#); [Bruhat, F.](#) Quelques propriétés fondamentales des ensembles analytiques-réels. (French) *Comment. Math. Helv.* **33** 1959 132–160.

[Tognoli, Alberto](#) Proprietà globali degli spazi analitici reali. (Italian) *Ann. Mat. Pura Appl. (4)* **75** 1967 143–218

[Gunning, Robert C.](#); [Rossi, Hugo](#) Analytic functions of several complex variables. Reprint of the 1965 original. *AMS Chelsea Publishing, Providence, RI*, 2009. xiv+318 pp

**Modalità d'esame: Esame orale**

Modalità:

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Gruppi e Rappresentazioni

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Giovanni Gaiffi, gaiffi(@)dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 057AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/02 ALGEBRA

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~gaiffi/>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Gruppi e Rappresentazioni

**Docente titolare:** Giovanni Gaiffi

**Programma previsto:** Prime proprietà delle rappresentazioni complesse di gruppi finiti. Classificazione delle rappresentazioni irriducibili del gruppo simmetrico. Funzioni simmetriche e anello delle rappresentazioni. Funtori di Schur e collegamento con la teoria delle rappresentazioni di  $SL(n)$  e  $GL(n)$ .

**Testi consigliati:** Dispense del corso (vedi

<http://www.dm.unipi.it/gaiffi/papers/teorapp.pdf>,

<http://www.dm.unipi.it/gaiffi/Teorapp2009/main.pdf>).

Inoltre sono consigliati i seguenti libri: W. Fulton, J. Harris, *Representation Theory: a first course*, (Springer) e I.G. Macdonald, *Symmetric functions and Hall polynomials*, (Oxford Science Publications)

**Modalità d'esame:** Orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2014/2015**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Inglese scientifico

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Alessandra Meoni (alessandraneoni@libero.it)

**Codice dell'insegnamento:** 013ZW

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** AI

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2014/2015**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Inglese scientifico

**Docente titolare:** Alessandra Meoni

**Prerequisiti:** Livello scolastico della lingua inglese (consolidato livello B1)

**Programma previsto:**

Programma

Programma

Inglese scientifico:

- Conoscenza e pronuncia di parole chiave della matematica in lingua inglese
- Essere in grado di capire testi matematici scritti in lingua inglese
- Essere in grado di tradurre testi matematici dall'inglese all'italiano
- Grammatica che serve strettamente per capire un testo matematico
- Nozioni di base sulla struttura di un testo scientifico
- Scrittura di un abstract

Grammatica inglese di base:

- Countable/uncountable nouns
- Articles
- Present simple, continuous and perfect
- Past simple, continuous and perfect
- Future tenses: going to, will and present progressive
- The passive form
- Comparatives and superlatives
- Conditionals
- The modals
- Link words
- Relative clauses/pronouns

Fonetica di base

- L'alfabeto, i 20 suoni delle 5 vocali inglesi, le consonanti
- L'intonazione

**Testi consigliati:**

First Certificate Language Practice (English Grammar and Vocabulary) - 4th edition - with key;  
Michael Vince, MACMILLAN

**Modalità d'esame:**

Esame scritto e colloquio orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Algebra

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Andrea Maffei(maffei@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 134 AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT02

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~maffei/didattica/istalgebra1516/indexistalgebra1516.html>

**Prerequisiti:** Aritmetica, Geometria analitica e algebra lineare, Geometria 2, Algebra, Algebra 2.

**Programma previsto:**

Algebra omologica: risoluzioni iniettive e proiettive, funtori esatti a sinistra o a destra, categorie derivate, funtori derivati, dimensione comologica, risoluzione di Koszul, teorema delle sizige di Hilbert.

Algebra commutativa: localizzazione, piatezza, estensioni intere di anelli, going up e going down, condizioni di finitezza, dimensione.

**Testi consigliati:** Gelfand e Manin, Methods of homological algebra  
Atiyah e MacDonalds, Introduzione all'algebra commutativa  
Eisenbud, Commutative algebra with a view toward algebraic geometry

**Modalità d'esame:** esercizi bisettimanali o esame scritto, orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Analisi Matematica

**Docente titolare:** Matteo Novaga (novaga@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 135AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/05

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~novaga/dida.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Analisi Matematica

**Docente titolare:** Matteo Novaga (novaga@dm.unipi.it)

**Prerequisiti:** si presuppone che lo studente abbia seguito i corsi di Analisi Matematica 1, 2 e 3.

**Programma previsto:** Spazi di Hilbert e di Banach: teorema di Hahn-Banach, lemma di Baire, teorema di Banach-Steinhaus, teoremi della mappa aperta e del grafico chiuso, topologia debole e debole star, teorema di Banach-Alaoglu, teorema di Lax-Milgram.

Cenni di teoria spettrale: spettro di un operatore compatto in spazi di Banach, teorema dell'alternativa di Fredholm, teorema di decomposizione spettrale per operatori compatti e autoaggiunti in spazi di Hilbert.

Spazi di Sobolev: definizione degli spazi di Sobolev, approssimazione con funzioni regolari, teoremi di immersione, teoremi di traccia, esistenza del minimo di funzionali convessi, soluzioni deboli di equazioni ellittiche.

**Testi consigliati:** H. Brezis. Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations. Springer, 2010.

**Modalità d'esame:** Prova scritta e orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:**

Istituzioni di Analisi Numerica **Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Dario Andrea Bini (bini@dm.unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Beatrice Meini (meini@dm.unipi.it).

**Codice dell'insegnamento:** 136AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/08 Analisi Numerica

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** [www.dm.unipi.it/~bini/Didattica/dida15-16.php](http://www.dm.unipi.it/~bini/Didattica/dida15-16.php), <https://elearning.dm.unipi.it>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Analisi Numerica

**Docente titolare:** Dario Andrea Bini

**Co-docenti:** Beatrice Meini

**Programma previsto:** 1. Polinomi ortogonali. Proprietà degli zeri, relazione ricorrente a tre termini, Formula di Cristoffel- Darboux, polinomi ortogonali e matrici tridiagonali, teorema di Courant-Fischer (del minimax), proprietà di separazione degli autovalori di matrici simmetriche. Polinomi ortogonali specifici e loro proprietà, formula di Rodrigues, polinomi ultrasferici, polinomi di Legendre, Chebyshev di prima e seconda specie, Laguerre, Hermite. Aspetti computazionali nel calcolo degli zeri dei polinomi ortogonali.

2. Approssimazione di funzioni. Teorema di Weierstrass, norme, prodotti scalari. Il problema della approssimazione lineare, proprietà dell'insieme di soluzioni, funzione di migliore approssimazione, condizioni di unicità. Richiami sugli spazi di Hilbert, sistemi ortonormali completi, coefficienti di Fourier, esistenza e unicità della funzione di migliore approssimazione, uguaglianza di Parseval, disequaglianza di Bessel. Rappresentazione della funzione di miglior approssimazione e aspetti computazionali. Uso dei polinomi ortogonali per l'approssimazione ai minimi quadrati, aspetti computazionali nel calcolo dei coefficienti di Fourier, espansione in serie di Chebyshev. Approssimazione minimax polinomiale, algoritmo di Remez. Approssimazione mediante funzioni spline. Polinomi di Bernstein, operatori lineari di approssimazione positivi, teorema di Korovkin. Interpolazione e approssimazione, il condizionamento del problema dell'interpolazione, costanti di Lebesgue.

3. Polinomi ortogonali e integrazione numerica: formule gaussiane.

4. Trattamento numerico di equazioni differenziali alle derivate parziali di tipo parabolico, iperbolico ed ellittico: il metodo delle differenze finite, consistenza, stabilità e convergenza. Analisi in norma 2 e norma infinito per il problema modello. Caso ellittico: discretizzazione del problema di Poisson sul rettangolo, analisi di stabilità, il principio del massimo. Caso parabolico: l'equazione del calore, il metodo di Crank-Nicolson. Caso iperbolico: discretizzazione dell'equazione delle onde. Risoluzione numerica delle equazioni di Sturm-Liouville con metodi variazionali.

**Testi consigliati:**

Appunti dei docenti.

R. Bevilacqua, D.A. Bini, M. Capovani, O. Menchi, Metodi Numerici, Zanichelli, 1992.

D.A. Bini, M. Capovani, O. Menchi, Metodi numerici per l'algebra lineare, Zanichelli, 1988.

Eugene Isaacson and Herbert Bishop Keller, Analysis of Numerical Methods. Jhon Wiley & Sons, Inc., New York, 1966.

R.J. LeVeque. Finite Differences Methods for Ordinary and Partial Differential Equations. SIAM 2007.

W. Rudin, Real and Complex Analysis, Second Edition, Tata McGraw-Hill, 1974.

J. Stoer, R. Burlisch, Introduction to Numerical Analysis, Third Edition, Springer, 2002.

**Modalità d'esame:** Prova scritta e prova orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2014/2015**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Didattica della Matematica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Pietro Di Martino ([dimartin@dm.unipi.it](mailto:dimartin@dm.unipi.it))

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Franco Favilli ([favilli@dm.unipi.it](mailto:favilli@dm.unipi.it))

**Codice dell'insegnamento:** 576AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/04

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://fox.dm.unipi.it/elearning>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2014/2015**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Didattica della Matematica

**Docente titolare:** Pietro Di Martino

**Co-docenti:** Franco Favilli

**Programma previsto:**

Modelli classici dell'apprendimento: dal costruttivismo all'approccio socio-culturale. Studi specifici sul pensiero matematico: il problem solving, l'advanced mathematical thinking, gli studi sull'intuizione. Teorie e ricerche in didattica della matematica (la teoria delle situazioni, il contratto didattico, il ruolo e la gestione dell'errore, l'uso di strumenti, gli aspetti linguistici, le convinzioni e gli atteggiamenti) e loro implicazioni per l'insegnamento.

Dai modelli teorici alla costruzione del curriculum di matematica secondo le Indicazioni Nazionali e le Linee Guida. I sistemi di valutazione nazionali e internazionali degli apprendimenti in matematica (OCSE-PISA, TIMSS-PIRLS e INVALSI): quadri di riferimento, definizione di competenze matematiche, obiettivi, prove ed esiti a livello nazionale.

**Testi consigliati:**

Carpenter T., Dossey J., and Koehler J. (Eds.) (2004), Classics in Mathematics Education Research. NCTM.

D'Amore B. (1999) Elementi di didattica della matematica. Bologna: Pitagora.

Krutetskii V.A. (1976) The psychology of mathematical abilities in school children. Chicago: The University of Chicago Press.

Polya G. (1945) How to solve it. Princeton Science Library. Schoenfeld, A. (1985) Mathematical Problem Solving. New York: Academic Press.

**Modalità d'esame:**

Il corso prevede una prova scritta e una prova orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Fisica Matematica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Prof. Giovanni Federico Gronchi (gronchi@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 137AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/07

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:**

<http://adams.dm.unipi.it/~gronchi/HOMEPAGE/ifm.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Fisica Matematica

**Docente titolare:** Prof. Giovanni Federico Gronchi

**Prerequisiti:** Nozioni di calcolo differenziale ed integrale. Elementi di analisi funzionale.

**Programma previsto:**

**Principi Variazionali della Meccanica:** preliminari di calcolo delle variazioni: funzionali, spazi di funzioni, variazione prima, variazione seconda, punti coniugati, campi di estremali, condizioni di Legendre e di Jacobi per un minimo. Funzionale di azione lagrangiana, principio di Hamilton, equazioni di Eulero-Lagrange, lagrangiane equivalenti, invarianza per cambiamento di coordinate. Principio di Maupertuis, metrica di Jacobi, dinamica e geodetiche,

**Meccanica Hamiltoniana:** trasformata di Legendre, equazioni di Hamilton, trasformazioni canoniche dipendenti e indipendenti dal tempo.

**Sistemi Hamiltoniani Integrabili:** integrali primi e parentesi di Poisson, parentesi di Lie di campi vettoriali, commutazione di campi e di flussi. Simmetrie e integrali primi: teorema di Noether. Equazione di Hamilton-Jacobi: dualismo tra meccanica ed ottica geometrica, il metodo delle caratteristiche e la relazione tra le equazioni di Hamilton e l'equazione di Hamilton-Jacobi. Separazione delle variabili, esempi: problema dei 2 centri fissi, problema di Keplero accelerato. Teorema di Liouville-Arnold, variabili azione-angolo, esempi classici. Metodo delle coppie di Lax, integrabilita' del modello di Toda.

**Teoria delle Perturbazioni Hamiltoniana:** teorema della media, metodo di Lie, equazione omologica e piccoli divisori, invarianti adiabatici, cenni alla teoria KAM.

**Testi consigliati:**

- V. I. Arnold: *Mathematical Methods of Classical Mechanics*, Springer
- G. Benettin, F. Fassò: Introduzione alla teoria delle perturbazioni per sistemi Hamiltoniani (*Note per il corso di Fisica Matematica*)
- G. F. Gronchi: *Note del corso di Istituzioni di Fisica Matematica*
- J. Moser e E. Zehnder: *Notes on Dynamical Systems*, Courant Institute of Mathematical Sciences

**Modalità d'esame:**

prova scritta e orale; ci saranno inoltre due prove scritte *in itinere* (compitini) che permetteranno l'accesso diretto alla prova orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di Geometria

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Marco Abate (marco.abate@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 138AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/03

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** [www.dm.unipi.it/~abate](http://www.dm.unipi.it/~abate)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di geometria

**Docente titolare:** Marco Abate

**Programma previsto:** Richiami di algebra multilineare: prodotti tensoriali, algebra esterna.

Varietà differenziabili. Applicazioni differenziabili. Partizioni dell'unità. Spazio tangente. Differenziale. Immersioni, embedding e sottovarietà. Fibrati vettoriali. Fibrato tangente e cotangente. Fibrati tensoriali. Sezioni di fibrati e campi vettoriali. Flusso di un campo vettoriale. Parentesi di Lie.

Connessioni su fibrati. Derivata covariante lungo una curva. Sezioni parallele e trasporto parallelo. Metriche Riemanniane. Isometrie e isometrie locali. Connessione di Levi-Civita. Geodetiche. Mappa esponenziale. Intorni normali e uniformemente normali. Lunghezza di una curva. Distanza Riemanniana. Formula per la prima variazione della lunghezza d'arco. Le geodetiche sono le curve localmente minimizzanti. Teorema di Whitehead sull'esistenza di intorni geodeticamente convessi. Curvature Riemanniana, sezionale e di Ricci (senza dimostrazioni).

Forme differenziali. Orientabilità. Integrazione di forme differenziali. Differenziale esterno. Teorema di Stokes. Coomologia di de Rham. Complessi differenziali e successioni esatte lunghe. Successione di Mayer-Vietoris. Dualità di Poincaré (senza dimostrazione). Teorema di Künneth (senza dimostrazione). Complessi doppi e principio di Mayer-Vietoris. Fasci. Coomologia di Čech. Teorema di de Rham.

**Testi consigliati:** M. Abate, F. Tovena, *Geometria differenziale*, Springer Italia, Milano, 2011.

**Modalità d'esame:** Scritto e orale.

**Altre informazioni:**

Essenziale per la comprensione del corso è una buona conoscenza del calcolo differenziale e integrale di più variabili reali, dell'algebra lineare, e dei fondamenti di topologia generale, come sviluppati negli insegnamenti *Geometria analitica e algebra lineare*, *Analisi Matematica 2* e *Geometria 2*. Inoltre, pur non essendo strettamente necessario, per capire le motivazioni che hanno portato allo sviluppo degli argomenti trattati può essere utile anche conoscere le basi della geometria differenziale di curve e superfici nello spazio, come sviluppate nell'insegnamento *Geometria e topologia differenziale*.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di probabilità

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Marco Romito (romito@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 529AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/06

**Numero di ore di didattica frontale:** 63

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:**

[http://www.dm.unipi.it/pages/romito/Teaching/2016/ist\\_prob](http://www.dm.unipi.it/pages/romito/Teaching/2016/ist_prob)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Istituzioni di probabilità

**Docente titolare:** Marco Romito

**Prerequisiti:** Nozioni di base di calcolo delle probabilità e teoria della misura, secondo il programma di massima del corso di Probabilità. Nozioni elementari di analisi funzionale.

**Programma previsto:**

*Introduzione ai Processi Stocastici.* Nozioni di base sui processi stocastici. Filtrazioni, processi adattati, progressiva misurabilità, tempi di arresto. Costruzione di processi: teorema di estensione di Kolmogorov. Esempi: processi gaussiani. Richiami e approfondimenti sulle probabilità condizionali e sulla speranza condizionale. Definizione di proprietà di Markov, esempi, riformulazioni e criteri.

*Elementi di teoria delle martingale.* Definizioni di martingala, super e sub martingala. Tempi d'arresto. Martingale tempo discreto: teoremi d'arresto, disuguaglianze di Doob, risultati di convergenza. Decomposizione di Doob-Meyer. Martingale a tempo continuo: generalizzazione di alcuni dei risultati precedenti. Cenni su variazione quadratica e semimartingale.

*Moto Browniano e processo di Poisson.* Richiami sul moto Browniano, cenni sulle costruzioni, proprietà principali, regolarità delle traiettorie, proprietà di Markov, principio di riflessione, zeri del moto Browniano, moto Browniano e equazioni alle derivate parziali. Richiami sul processo di Poisson.

*Integrale stocastico secondo Itô.* Costruzione dell'integrale stocastico nel caso del moto Browniano e di processi adattati di quadrato integrabile. Proprietà dell'integrale. Generalizzazione a processi adattati a quadrato non

integrabile. Applicazione dei risultati sulle martingale. Cenni sull'integrale di Stratonovich e sull'integrale rispetto a processi di Poisson.

*Formula di Itô.* Formula di Itô. Applicazioni: caratterizzazione di Lévy del moto Browniano, teorema di Girsanov, proprietà di rappresentazione delle martingale, moto Browniano e equazioni alle derivate parziali.

*Equazioni differenziali stocastiche.* Nozioni di esistenza ed unicità. Equazioni con rumore additivo. Teorema di esistenza ed unicità nel caso generale con coefficienti Lipschitz. Teoremi di esistenza di soluzioni deboli con ipotesi più deboli sui coefficienti. Legami tra equazioni differenziali stocastiche ed equazione di Fokker-Planck, di Kolmogorov, problema di Dirichlet.

**Testi consigliati:**

- Paolo Baldi, *Equazioni differenziali stocastiche e applicazioni.*
- R. Durrett, *Stochastic calculus.*
- Richard F. Bass, *Stochastic Processes.*
- Note del docente.

**Modalità d'esame:** prova scritta e prova orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:**

Laboratorio Computazionale

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Beatrice Meini, [meini@dm.unipi.it](mailto:meini@dm.unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** (@) Dario Bini, [bini@dm.unipi.it](mailto:bini@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 058AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** INF/01 Informatica

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** I e II

**Sito web dell'insegnamento:**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Laboratorio Computazionale

**Docente titolare:** Beatrice Meini

**Co-docenti:** Dario Bini

**Programma previsto:** Nel laboratorio vengono sviluppati progetti relativi a vari argomenti. Ogni studente deve completare il proprio progetto che consiste nella implementazione e sperimentazione mediante calcolatore di algoritmi e di modelli matematici appartenenti a vari settori della matematica.

Gli argomenti trattati includono:

Metodi di algebra computazionale

Modelli stocastici

Modelli di code

Modelli della fisica matematica

Algoritmi dell'algebra lineare

Algoritmi di ottimizzazione

Modelli di grafi

Modelli matematici in biologia

Modelli e metodi per il restauro di immagini digitali

Modelli e metodi per l'elaborazione di suoni digitali

Metodi per il trattamento di reti complesse

Problemi di Crittografia

**Testi consigliati:** I testi dipendono dall'argomento trattato e generalmente consistono in articoli su rivista relativi al problema trattato

**Modalità d'esame:** I crediti vengono registrati al completamento del progetto

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Laboratorio di Fisica per l'insegnamento

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Sergio Giudici [sergio.giudici@unipi.it](mailto:sergio.giudici@unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Marco Massai [marco.massai@pi.infn.it](mailto:marco.massai@pi.infn.it)

**Codice dell'insegnamento:** Codice

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** FIS/01

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** in costruzione

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Laboratorio Didattico di Fisica

**Docente titolare:** Sergio Giudici

**Co-docenti:** Marco Massai

**Prerequisiti:** Analisi I e II, Fisica I e II, nozioni elementari di probabilità e statistica

**Programma previsto:**

Il corso si articola in lezioni frontali in aula e in attività di laboratorio

In aula

La modellizzazione in Fisica, falsificabilità e verifica di un modello

Esempi di costruzione di modello tratti dalla storia dell'astronomia e dell'ottica.

Misura di una grandezza fisica. Misura diretta e indiretta

Errori strumentali, errori sistematici, errori statistici

Propagazione dell'errore

Probabilità discreta e densità di probabilità (Binomiale, Poisson, Gaussiana)

Principio di Massima Verosimiglianza

Metodi di fit, Metodo dei minimi quadrati e applicazione alla regressione lineare.

In laboratorio

1) Misura della accelerazione di gravità con un pendolo semplice

2) Studio del moto accelerato uniforme (Piano inclinato)

3) Studio di un sistema elastico (Legge di Hooke)

4) Misura di indici di rifrazione

5) Ottica geometrica (Misura di focale di una lente sottile)

6) La corda vibrante verifica dello spettro armonico e Legge di Pitagora-Galileo-Mersenne

**Testi consigliati:**

Baldini, Martinelli, Il laboratorio di Fisica, ed. ETS

Altro materiale fornito dai docenti

**Modalità d'esame:**

Prova orale sui contenuti del corso e presentazione di una relazione scritta

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Laboratorio Sperimentale di Matematica Computazionale

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Lidia Aceto (lidia.aceto@unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Gianna M. Del Corso (gianna.delcorso@unipi.it), Sergio Steffè (steffe@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 062AA

**Valore in CFU:** 6 CFU

**Settore scientifico-disciplinare:** INF/01 INFORMATICA

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:**

<http://users.dma.unipi.it/aceto/LSMC.html>

[http://www.dm.unipi.it/pages/steffe/public\\_html/DIDA/LSMC-2016/index.html](http://www.dm.unipi.it/pages/steffe/public_html/DIDA/LSMC-2016/index.html)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Laboratorio Sperimentale di Matematica Computazionale

**Docente titolare:** Lidia Aceto

**Co-docenti:** Gianna M. Del Corso, Sergio Steffè

**Programma previsto:** Tale insegnamento è diviso in tre parti.

- Nella prima parte tenuta dalla dott.ssa Gianna M. Del Corso si vedranno delle applicazioni dell'algebra lineare numerica a problemi di Data Mining. Il corso si svolge in laboratorio utilizzando l'ambiente di Calcolo Scientifico Octave. Dopo un'introduzione al trattamento di matrici sparse in Octave, si passerà ad analizzare la decomposizione ai valori singolari. Verranno poi implementati alcuni algoritmi per illustrare l'uso della SVD e di altre tecniche numeriche a problemi di data mining, tra cui riconoscimento di caratteri scritti a mano, algoritmi di ranking (PageRank, HITS), mining di testi (modello dello spazio vettoriale, similarità del coseno, LSI, similarità tra parole, calcolo di misure di centralità), sistemi di reputazione.
- Nella seconda parte tenuta dal prof. Sergio Steffè si studieranno le tecniche digitali e numeriche per il trattamento dei segnali e in particolare dei suoni. Gli studenti sperimenteranno i metodi numerici per riprodurre vari effetti sonori tra cui l'echo, il filtraggio, la modulazione, la spazializzazione.
- Nella terza parte tenuta dalla dott.ssa Lidia Aceto si vedranno delle applicazioni dell'integrazione numerica di equazioni differenziali ordi-

narie. In particolare, dopo una breve introduzione ai metodi numerici per la risoluzione di problemi differenziali, utilizzando l'ambiente di Calcolo Scientifico Octave saranno fatte delle sperimentazioni numeriche considerando alcuni modelli relativi alla crescita della popolazione, esempi di modelli dinamici e di modelli geometrici.

**Testi consigliati:**

- Per la prima parte: Lars Eldén, Matrix Method in Data Mining and Pattern Recognition, SIAM, 2007.
- Per la seconda parte: vedi sito web.
- Per la terza parte: dispensa del docente.

**Modalità d'esame:** La verifica di profitto avviene sulla base del lavoro svolto in aula. In caso di comprovata impossibilità a frequentare il laboratorio (per esempio nel caso di studenti lavoratori), altre forme di accertamento possono essere concordate con i docenti.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:**

Linguaggi di Programmazione e Laboratorio

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Marco Bellia (bellia@di.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 063AA

**Valore in CFU:** 9

**Settore scientifico-disciplinare:**

**Numero di ore di didattica frontale:** 90

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:**

<http://www.di.unipi.it/~bellia/AA2015/Matematica/PLPM.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Linguaggi di Programmazione e Laboratorio  
**Docente titolare:** Marco Bellia

**Prerequisiti:** Programmazione procedurale, Algoritmi di base

**Programma previsto:**

- Funzioni Calcolabili e Linguaggi come formalismi per esprimerle.
- Linguaggi: Struttura ed Espressività
- Formalismi Fondamentali: Logica Combinatoria e Lambda Calcolo
- Definizione di un Linguaggio: Sintassi e Semantica.
- Realizzazione di un Linguaggio: Macchina Astratta
- Portabilità dei Programmi: Compilatori, Interpreti, VM
- Paradigmi PL.: Applicazioni che richiedono più e differenti linguaggi.
- Ambiente, Memoria, Record di Attivazione, Stack di Controllo
- Naming e Sequenza
- Strutturare la Sequenza: Metodologia SP e i Costrutti dei Linguaggi HL.
- L. Imperativi: Definizione, Proprietà e Usi attraverso l'impiego di un linguaggio tipo. Quest'anno proponiamo uno tra **ADA** e **Pascal**
- Gestione della memoria nei linguaggi: Statica, dinamica ad Heap e a stack
- L. Funzionali: Definizione, Proprietà e Usi attraverso lo studio di **OCaml**
- L. O.O.: Definizione, Proprietà e Usi attraverso lo studio di **Java**
- Estensione e Riutilizzo di codice.

**Laboratorio**

L'attività di quest'anno cadrà in uno dei seguenti temi di programmazione:

- orientata alla verifica di proprietà e tecniche relative.
- orientata alla definizione e implementazione di un Linguaggio di Programmazione.

**Testi Consigliati:**

- Gabrielli M., Martini S., Linguaggi di Programmazione: Principi e Paradigmi (seconda edizione), McGraw-Hill, Milano, 2011
- Ada CAA, Ada 2012 Language Reference Manual, <http://www.ada-auth.org/standards/ada12.html>
- van der Heijden J.J. et al., The GNU Pascal Manual, <http://www.gnu-pascal.de>
- Leroy X. et al., The Objective Caml system release 3.10: Documentation and User's Manual , INRIA, May 16, 2007
- Gosling J. et al., The Java Language Specification: Java SE 8 Edition, Oracle America, Inc., Redwood City, California 94065, U.S.A, 2015

**Modalità d'esame:** due prove scritte

**Obiettivi:** La realizzazione di sistemi software coinvolge oramai, pi linguaggi con struttura simile, ed anche identica, ma caratteristiche diverse. L'obiettivo allora, conoscere queste diverse caratteristiche, e sapere come il loro impiego influenza la realizzazione delle applicazioni e la programmazione in generale. Questo corso di linguaggi di programmazione con laboratorio non a caso collocato dopo un corso di programmazione, ed un successivo corso di algoritmi, e persegue tale obiettivo. Si parte con unapprofondimento della conoscenza della struttura dei linguaggi e delle propriet di questa struttura, in particolare quelle che permettono di ottenere caratteristiche diverse nei diversi linguaggi, quali Astrazioni, Modularità, High Order, Estensione e Riutilizzo di codice, Analisi e verifica di propriet. Si esaminano quindi rappresentativi linguaggi dello spettro scelto per il corso, e si sviluppando programmi che utilizzano in modo significativo tali caratteristiche.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento: LOGICA MATEMATICA**  
**Docente titolare: Mauro Di Nasso** ([dinasso@dm.unipi.it](mailto:dinasso@dm.unipi.it))

**Codice dell'insegnamento: 064AA**  
**Valore in CFU: 6**  
**Settore scientifico-disciplinare: MAT/01 Logica Matematica**  
**Numero di ore di didattica frontale: 48**  
**Semestre di svolgimento: I**  
**Sito web dell'insegnamento: [www.dm.unipi.it/~dinasso/lm2015.html](http://www.dm.unipi.it/~dinasso/lm2015.html)**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento: LOGICA MATEMATICA**

**Docente titolare: Mauro Di Nasso**

**Programma previsto:**

*Teorie del primo ordine e loro modelli.* Calcolo proposizionale. Calcolo dei predicati. Teorema di completezza di Gödel. Teorema di compattezza. Ultraprodotti. Teoremi di Löwenheim-Skolem. Teorie complete e incomplete. Teorie  $\kappa$ -categoriche.

*Teoria della calcolabilità.* Modelli di calcolo. Funzioni calcolabili. Insiemi ricorsivi e ricorsivamente enumerabili. Funzione universale. Indecidibilità del problema della fermata. Altri problemi indecidibili. Primo e secondo teorema del punto fisso. Gerarchia aritmetica.

*Teoremi di incompletezza.* Teoremi di incompletezza di Gödel. Teorema di Rosser. Teorema di Church sulla indecidibilità del calcolo dei predicati.

*Teorie decidibili e indecidibili.* Decidibilità e indecidibilità di alcune specifiche teorie del primo ordine. Interpretazioni tra teorie.

**Testi consigliati:**

J. Barwise, An introduction to first order logic, in "Handbook of Mathematical Logic", Section A.1, North-Holland, 1977.

R. Smullyan, "An introduction to first order logic", Dover, 1968.

C.C. Chang and H.J. Keisler, "Model Theory", North-Holland, 3rd edition, 1992.

**Modalità d'esame:** Esercizi assegnati durante il corso. Esame finale orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento: Meccanica Celeste**  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail): Giacomo Tommei**  
(tommei@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento: 142AA**  
**Valore in CFU: 6**  
**Settore scientifico-disciplinare: MAT/07 Fisica Matematica**  
**Numero di ore di didattica frontale: 42**  
**Semestre di svolgimento: II**  
**Sito web dell'insegnamento:**  
[www.dm.unipi.it/~tommei/mc/mceleste1516.html](http://www.dm.unipi.it/~tommei/mc/mceleste1516.html)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento: Meccanica Celeste**  
**Docente titolare: Giacomo Tommei**

**Programma previsto**

Il corso, dopo una necessaria rivisitazione di alcuni concetti di meccanica celeste newtoniana, ha lo scopo di introdurre lo studio del moto dei corpi celesti nel contesto della teoria della relatività generale di Einstein (**meccanica celeste relativistica**) e di affrontare alcuni problemi di **astrometria relativistica**. L'utilizzo di modelli relativistici appare ormai irrinunciabile in molte applicazioni, quali, ad esempio, la navigazione, la geodesia ed il tracking interplanetario. A questo proposito, l'ultima parte del corso sarà dedicata all'analisi della modellizzazione relativistica necessaria per l'esperimento di radio scienza della missione spaziale ESA BepiColombo e alla verifica della relatività generale nello spazio.

- **Parte 0: Introduzione al corso**
- **Parte 1 : Meccanica Celeste Newtoniana**  
Legge di gravitazione universale di Newton. Il problema degli N-corpi: potenziale gravitazionale, equazioni di moto, integrali primi, potenziale mareale. Cenni al problema dei 2-corpi: equazioni di moto e leggi di Keplero, orbite nello spazio euclideo, equazioni per il moto perturbato.
- **Parte 2 : Cenni di Relatività Speciale**  
Trasformazioni di Galileo. Postulati della relatività speciale. Spazio-tempo di Minkowski. Tensore metrico e cenni di calcolo tensoriale.

Cinematica: dilatazione dei tempi e contrazioni delle lunghezze, aberrazione della luce, effetto Doppler. Dinamica: momento lineare ed energia, forze ed equazioni di moto, riferimento del centro di massa.

- **Parte 3 : Fondamenti di Relatività Generale**

Il principio di equivalenza: masse inerziali e gravitazionali, principio di equivalenza debole (WEP), di Einstein (EEP) e forte (SEP). Cenni di geometria differenziale: connessione affine su varietà, equazione del trasporto parallelo, geodetiche, connessione di Levi-Civita, tensore di Riemann e di Ricci. Principio di relatività generale: dalla gravità alla geometria. Equazioni di moto di una particella test. Equazioni di campo di Einstein. Problemi ad 1 corpo: soluzioni di Schwarzschild, di Kerr e di Weyl-Levi-Civita.

- **Parte 4 : Meccanica Celeste e Astrometria Relativistica**

Schema dell'approssimazione post-Newtoniana: validità e campi d'applicazione. Equazioni di moto orbitali e rotazionali. Problema dei 2-corpi post-Newtoniano. Problema degli N-corpi post-Newtoniano: equazioni di Einstein-Infeld-Hoffman (EIH). Equazioni di propagazione dei fotoni. Effetti relativistici osservabili: effetto Shapiro. Trattamento delle osservazioni nell'approssimazione post-Newtoniana.

- **Parte 5 : Radio Scienza e Relatività** Missione BepiColombo: equazioni di moto relativistiche, calcolo del tempo luce, determinazione dei parametri post-Newtoniani con il tracking interplanetario. Verifica della relatività generale con esperimenti di radio scienza.

### Testi consigliati

- C.W. Misner, K.S. Thorne and J.A. Wheeler, *Gravitation*, W. H. Freeman, 1973
- S. Kopeikin, M. Efroimsky and G. Kaplan, *Relativistic Celestial Mechanics of the Solar System*, WILEY-VCH, 2006
- A.E. Roy, *Orbital motion*, Taylor&Francis, 2005
- M.H. Soffel, *Relativity in Celestial Mechanics, Astrometry and Geodesy*, Springer-Verlag, 2011

- C.M. Will, *Theory and Experiment in Gravitational Physics*, Cambridge University Press, 1993

Per l'ultima parte del corso saranno forniti articoli pubblicati su riviste internazionali.

**Modalità d'esame: orale (approfondimento, sotto forma di seminario, di una parte del programma o di un argomento affine)**

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Meccanica Razionale

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Prof. Giovanni Federico Gronchi (gronchi@dm.unipi.it)

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):** Dott. Giacomo Tommei (tommei@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 575AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/07

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:**

<http://adams.dm.unipi.it/~gronchi/HOMEPAGE/mr.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Meccanica Razionale

**Docente titolare:** Prof. Giovanni Federico Gronchi

**Co-docenti:** Dott. Giacomo Tommei

**Prerequisiti:** Nozioni di calcolo differenziale ed integrale.

**Programma previsto:**

**Meccanica Newtoniana:** sistemi meccanici, quantità dinamiche principali, equazioni cardinali, moti relativi, velocità angolare. Sistemi vincolati: vincoli olonomi e anolonomi, vincoli ideali. Il corpo rigido: cinematica rigida, operatore di inerzia, assi e momenti principali di inerzia.

**Meccanica Lagrangiana:** principio di D'Alembert, equazioni di Eulero-Lagrange, lagrangiane equivalenti, invarianza per cambiamento di coordinate, integrali primi e simmetrie, teorema di Noether, riduzione di Routh. Equilibri e stabilità: configurazioni di equilibrio, teorema di Lagrange-Dirichlet, piccole oscillazioni, frequenze proprie e modi normali. Angoli di Eulero e formulazione lagrangiana per il moto dei corpi rigidi.

**Testi consigliati:**

- G. Benettin, L. Galgani, A. Giorgilli: *Appunti di Meccanica Razionale*
- G. F. Gronchi: *Note del corso di Meccanica Razionale*

**Modalità d'esame:** prova scritta e orale; ci saranno inoltre due prove scritte *in itinere* (compitini) che permetteranno l'accesso diretto alla prova orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Metodi di Approssimazione

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** (@) Luca Gemignani (luca.gemignani@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 146AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT08

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <https://elearning.dm.unipi.it/course/view.php?id=47>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Metodi di Approssimazione  
**Docente titolare:** Luca Gemignani

**Programma previsto:**

1. Metodi per il calcolo degli autovalori di matrici sparse e/o di grosse dimensioni. Metodi di Krylov per l'approssimazione dello spettro di matrici. Metodi di Lanczos ed Arnoldi. Stime dell'errore per il caso Hermitiano. Metodo di Krylov razionale. Relazioni con matrici con struttura di rango e struttura di dislocamento.
2. Problemi generalizzati di calcolo degli autovalori. Forma normale di Smith e linearizzazioni. Problemi polinomiali e problemi non lineari. Metodi di iterazione funzionale.
3. Metodi numerici per matrici con struttura di rango. Rappresentazioni efficienti. Metodi per la risoluzione di sistemi lineari ed il calcolo degli autovalori.

**Testi consigliati:** Il materiale didattico è costituito da articoli e letteratura di recente pubblicazione accessibili online. La didattica frontale è svolta dal docente e completata da seminari in itinere degli studenti.

**Modalità d'esame:**

Colloquio finale con modalità di seminario di approfondimento su argomenti inerenti i contenuti del corso.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Metodi numerici per catene di Markov  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** (@) Beatrice Meini, meini@dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 148AA  
**Valore in CFU:** 6  
**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/08  
**Numero di ore di didattica frontale:** 42, di cui circa 10 svolte in laboratorio informatico  
**Semestre di svolgimento:** II  
**Sito web dell'insegnamento:** <https://elearning.dm.unipi.it/>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Metodi numerici per catene di Markov

**Docente titolare:** Beatrice Meini

**Programma previsto:** Richiami sulle catene di Markov, catene di Markov discrete, matrice di transizione, classificazione degli stati, distribuzione stazionaria.

Proprietà delle matrici non negative, teorema di Perron-Frobenius, M-matrici. Metodi diretti e iterativi per catene di Markov finite.

Modelli di teoria delle code, problemi di tipo M/G/1 e G/M/1, processi Quasi-Birth-Death (QBD), struttura delle matrici di transizione. Caso con numero di stati finito e infinito.

Rappresentazione funzionale di matrici di transizione infinite con struttura M/G/1, G/M/1 e QBD. Algebra di Wiener, fattorizzazioni di Wiener-Hopf e equazioni di matrici. La formula di Ramaswami.

Metodi numerici per catene di Markov infinite. Metodi di iterazione funzionale, metodi di riduzione ciclica, metodi di interpolazione. Tecniche di accelerazione.

**Testi consigliati:** D.A. Bini, G. Latouche, B. Meini, Numerical Methods for Structured Markov Chains, Oxford University Press 2005;

G. Latouche, V. Ramaswami, Introduction to Matrix Analytic Methods in Stochastic Modeling, SIAM 1999;

W.J. Stewart, Introduction to the Numerical Solution of Markov Chains. Princeton University Press, 1994.

**Modalità d'esame:** Esame orale in forma di interrogazione sui contenuti del corso oppure in forma di seminario.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Metodi Numerici per Equazioni Differenziali Ordinarie

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Lidia Aceto (lidia.aceto@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 067AA

**Valore in CFU:** 6 CFU

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/08 ANALISI NUMERICA

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** [http://users.dma.unipi.it/aceto/MN\\_ODE.html](http://users.dma.unipi.it/aceto/MN_ODE.html)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Metodi Numerici per Equazioni Differenziali Ordinarie

**Docente titolare:** Lidia Aceto

**Programma previsto:**

- **PROBLEMI AI VALORI INIZIALI.**  
Condizioni di esistenza ed unicità della soluzione e sua dipendenza dai dati. Metodi ad un passo: errore locale di troncamento, consistenza ed ordine di accuratezza; analisi di convergenza; metodo di Eulero esplicito, metodo di Eulero implicito e metodo dei trapezi; metodi di Runge-Kutta: tavola di Butcher; analisi di stabilità lineare; strategie per la variazione del passo di integrazione per metodi espliciti; metodi impliciti basati sulla collocazione. Equazioni alle differenze lineari a coefficienti costanti. Metodi lineari a più passi: derivazione dei metodi di Adams-Bashforth, di Adams-Moulton e delle Backward Differentiation Formulae; errore locale di troncamento; consistenza ed ordine di accuratezza; proprietà di 0-stabilità; teorema di convergenza; prima barriera di Dahlquist; analisi di stabilità lineare; seconda barriera di Dahlquist.
- **PROBLEMI AI VALORI AL CONTORNO.**  
Metodo di shooting: definizione e problematiche. Metodo di shooting multiplo. Metodi alle differenze finite. Boundary Value Methods.

**Testi consigliati:**

- R. Mattheij, J. Molenaar. Ordinary Differential Equations in Theory and Practice, SIAM 2002.
- U. Asher, L. Petzold. Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations, SIAM 1998.
- L. Brugnano, D. Trigiante. Solving Differential Problems by Multi-step Initial and Boundary Value Methods, Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 1998.

**Modalità d'esame:** Prova orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Probabilità

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Pratelli Maurizio [pratelli@dm.unipi.it](mailto:pratelli@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 070AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/06

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~pratelli/Probabilita/probabilita.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Probabilità

**Docente titolare:** Pratelli Maurizio

**Prerequisiti:**

Questo corso è la naturale prosecuzione del corso “Elementi di Probabilità e Statistica”. Altri prerequisiti sono i corsi di Analisi del primo biennio e rudimenti di analisi complessa.

**Programma previsto:**

Costruzione di una probabilità e dell'integrale rispetto a una probabilità.

Indipendenza di variabili aleatorie, lemmi di Borel-Cantelli e Legge 0-1 di Kolmogorov.

Convergenza di variabili aleatorie e convergenza di Probabilità: criterio di Prohorov.

Le funzioni caratteristiche e legame con la convergenza in Legge.

Teoremi limite: Leggi dei Grandi Numeri e Teoremi Limite Centrale.

Speranza condizionale e sue proprietà. Alcune proprietà degli spazi di Probabilità “*non atomici*”.

Primi rudimenti di Teoria dei Processi Stocastici: il processo di Wiener ed il processo di Poisson.

**Testi consigliati:**

Sono resi disponibili appunti ed una raccolta di esercizi scritti dal docente.

Un libro vicino agli argomenti trattati è quello di Jacod J. Protter P. “*Probability Essentials*” Springer

**Modalità d'esame:**

Colloquio orale, con una prima parte scritta di esercizi e dimostrazioni.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Problemi e metodi di storia delle matematiche  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Monica Ugaglia (monica.ugaglia@gmail.com)

**Codice dell'insegnamento:** 613AA  
**Valore in CFU:** 6  
**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/04  
**Numero di ore di didattica frontale:** 42  
**Semestre di svolgimento:** I  
**Sito web dell'insegnamento:** <https://www.dropbox.com/home/PMSM>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Problemi e metodi di storia delle matematiche

**Docente titolare:** Monica Ugaglia

**Prerequisiti:**

È fortemente consigliato aver conseguito la laurea triennale in matematica o, comunque, una buona formazione matematica. È inoltre altrettanto fortemente consigliato essere già in possesso almeno di rudimenti di storia della matematica. È auspicabile una conoscenza anche elementare della lingua latina. La conoscenza del greco antico non è invece richiesta (sebbene non sia in alcun modo sgradita) poiché i testi relativi alla prima parte del corso saranno forniti anche in traduzione.

**Programma previsto:** Il corso è rivolto agli studenti interessati alla ricerca in storia della matematica o anche solo al conseguimento di una visione più approfondita di alcuni aspetti storico-culturali della matematica. Il corso intende presentare allo studente le problematiche tipiche di questo campo di ricerca (sia quelle classiche sia quelle più recenti) nonché i metodi di ricerca utilizzati, fornendogli l'opportunità di confrontarsi direttamente con essi. Per raggiungere questo obiettivo il corso avrà carattere seminariale e sarà richiesta non solo la frequenza ma la partecipazione attiva alle lezioni. Verrà affrontato lo studio della formalizzazione del concetto di peso e di peso specifico da Aristotele a Galileo attraverso un approccio diretto a testi di Aristotele, Archimede, testi medievali e testi galilileiani.

**Testi consigliati:** il materiale di studio verrà reso disponibile via via nel sito web del corso.

**Modalità d'esame:** L'esame consisterà nella preparazione di un seminario su argomenti vicini a quelli affrontati durante le lezioni. Allo scopo di facilitare la preparazione dell'esame, durante il corso sono previste attività da parte degli studenti frequentanti.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Sistemi Dinamici **Docente titolare** (e suo **indirizzo e-mail**): Andrea Milani Comparetti (milani@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 074AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT07

**Numero di ore di didattica frontale:** 60

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** NON ANCORA DISPONIBILE

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Sistemi Dinamici  
**Docente titolare:** Andrea Milani Comparetti

**Prerequisiti:** Vengono ampiamente utilizzati argomenti che fanno parte dei programmi dei corsi del primo biennio, in particolare in Aritmetica, Algebra Lineare e Geometria Analitica, Analisi I, Analisi in più Variabili 1, Geometria II.

**Programma previsto:**

1. **Introduzione:** Sistemi dinamici continui e discreti, lineari e nonlineari, conservativi, integrabili: definizioni ed esempi semplici.
2. **Sistemi dinamici lineari:** richiami di algebra lineare, esponenziale di matrici, prodotto di serie, autovalori reali e complessi, nilpotenti, risonanza.
3. **Teoria qualitativa:** Richiami sulle soluzioni dei problemi alle condizioni iniziali. Stabilità, instabilità, sorgenti e pozzi, esponenti e funzioni di Lyapounov, sistemi Newtoniani conservativi e con dissipazione, sistemi gradiente, selle, insiemi limite, orbite periodiche, teorema di Poincaré-Bendixon.
4. **Sistemi discreti e discretizzazione:** equazioni alle differenze finite lineari, esempi di applicazioni all'economia matematica, metodo di Eulero, errore di troncamento e convergenza, discretizzazione conservativa, metodi di Runge-Kutta, mappa standard.

5. **Sistemi Hamiltoniani a un grado di libertà:** teorema di Liouville, integrabilità e legge oraria, studio qualitativo, trasformata di Legendre, sistemi Lagrangiani, moti vincolati, trasformazioni canoniche, variabili azione-angolo.
6. **Caos:** regioni caotiche per la mappa standard, teorema delle separatrici, punti omoclinici, insiemi iperbolici, ferro di cavallo di Smale, regioni ordinate, esponenti di Lyapounov, definizione di caos.

**Testi consigliati:**

A. Milani, *Introduzione ai sistemi dinamici*, Seconda edizione riveduta e corretta, Edizioni Plus, Pisa, 2009; 256 pagine + CD-ROM, prezzo 18 euro. Contiene più di 80 esercizi (lo svolgimento degli esercizi e i programmi per alcuni esperimenti numerici sono disponibili sul CD-ROM venduto con il libro).

**Modalità d'esame:**

Esame scritto e orale. Saranno proposti agli studenti due compiti parziali; chi conseguirà una media sufficiente nei due compiti sarà esonerato dallo scritto per la sessione di gennaio-febbraio. Sono previsti 5 appelli per lo scritto (2 a gennaio-febbraio, 2 a giugno-luglio, 1 a settembre), gli orali potranno essere distribuiti in un maggior numero di date.

**Altre informazioni:**

Orario del corso: Lunedì ore 11–13, Martedì ore 9–11, Mercoledì ore 16–18, tutte in aula L. La data della prima lezione sarà comunicata appena possibile.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Statistica Matematica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Rita Giuliano (giuliano@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 075AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** Mat/06

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** secondo

**Sito web dell'insegnamento:**

[http://www.dm.unipi.it/~giuliano/nuovo\\_sito/indexstatmat.html](http://www.dm.unipi.it/~giuliano/nuovo_sito/indexstatmat.html)

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Statistica Matematica

**Docente titolare:** Rita Giuliano

**Prerequisiti:** Il corso di "Probabilità".

**Programma previsto:**

Statistica Inferenziale: modelli statistici (dominati, regolari). Campioni.

Riassunti esaustivi, teorema di fattorizzazione di Neyman-Fisher. Modelli esponenziali.

Il meccanismo delle decisioni: criteri di preferibilità.

Teoria della stima: stima ed esaustività.

Informazione secondo Fisher e disuguaglianza di Cramer-Rao .

Informazione di Kullback.

Stime di massima verosimiglianza, consistenti e fortemente consistenti. Teorema limite centrale per le stime di massima verosimiglianza.

Variabili gaussiane e vettori gaussiani. Modelli di regressione e modelli lineari. Il teorema di Gauss-Markov. Campioni gaussiani, Teorema di Cochran.

Teoria dei test: La teoria di Neyman-Pearson. Test unilaterali e bilaterali. Test del rapporto di verosimiglianza.

Test sulla media di un campione Gaussiano, test di Student, test sulla varianza di un campione Gaussiano. Confronto tra due campioni indipendenti: il problema di Behrens -Fisher.

Introduzione ai metodi non parametrici: la funzione di ripartizione empirica, il teorema di Glivenko- Cantelli. Il test del chi-quadro. Test del chi-quadro per l'indipendenza. Il test di Kolmogorov.

**Testi consigliati:** Il corso si baserà principalmente su appunti, disponibili in rete all'indirizzo

[http://www.dm.unipi.it/~giuliano/nuovo\\_sito/dispensestatisticamatematica.pdf](http://www.dm.unipi.it/~giuliano/nuovo_sito/dispensestatisticamatematica.pdf)

Ottimi testi sono i seguenti:

–P. Baldi (1997), *Calcolo delle Probabilità e Statistica*, Mc-Graw Hill Italia, Milano

–D. Dachuna-Castelle, M. Duflo (1986) *Probability and Statistics*, Springer, New York.

**Modalità d'esame:** Colloquio orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Storia della matematica antica e della sua tradizione

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Pier Daniele Napolitani  
(napolita@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 186AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/04

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <https://www.dropbox.com/home/SMART>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Storia della matematica antica e della sua tradizione

**Docente titolare:** Pier Daniele Napolitani

**Prerequisiti:**

È fortemente consigliato aver conseguito la laurea triennale in matematica o, comunque, una buona formazione matematica. È auspicabile una conoscenza anche elementare della lingua latina.

**Programma previsto:** Il corso affronterà il ruolo che la matematica greca ha avuto nella nascita della matematica moderna. Lo scopo è di fornire allo studente un'idea concreta di cosa significhi fare ricerca in storia della matematica. Per raggiungere questo obiettivo verrà affrontato lo studio di un'opera di un autore classico (p. es. Archimede o Pappo) la cui riappropriazione nel corso del Rinascimento scientifico (XII-XVII secc.) abbia avuto un impatto cruciale per la nascita della nuova scienza galileiana o per la nascita della matematica moderna. Nelle primissime lezioni si concorderà anche in base agli interessi degli studenti frequentanti l'autore e l'opera da studiare. Sarà dato particolare rilievo ai problemi di tradizione dei testi.

**Testi consigliati:** il materiale di studio verrà reso disponibile via via nel sito web del corso.

**Modalità d'esame:** L'esame consisterà nella preparazione di un seminario su argomenti vicini a quelli affrontati durante le lezioni. Allo scopo di facilitare la preparazione dell'esame, durante il corso sono previste attività da parte degli studenti.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Storia della matematica

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Pier Daniele Napolitani  
(napolita@dm.unipi.it) (@)

**Codice dell'insegnamento:** 076AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/04

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <https://www.dropbox.com/home/SdM>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2014/2015**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Storia della Matematica

**Docente titolare:** Pier Daniele Napolitani

**Prerequisiti:** Non sono richiesti particolari prerequisiti, salvo un forte interesse per la storia e una preparazione matematica corrispondente a quella fornita dalla frequentazione dei primi due anni del corso di laurea in matematica.

**Programma previsto:** Il corso abbraccia lo sviluppo della matematica in Occidente dai Greci fino alla creazione del calcolo infinitesimale. Si forniranno inoltre anche indicazioni su alcuni sviluppi dell'analisi e dell'algebra nel corso dell'Ottocento. verranno illustrati e approfonditi alcuni momenti salienti dello sviluppo della matematica in Occidente, e precisamente:

**La matematica greca**

- Caratteri generali della matematica greca
- Euclide e gli *Elementi*
- Archimede e la geometria di misura
- La geometria di posizione e il metodo di analisi e sintesi: da Apollonio a Pappo

**Caratteri della matematica del Rinascimento (XIII-XVI secolo)**

- a. La cultura dell'abaco e dell'Umanesimo

- Leonardo Fibonacci e le scuole d'abaco
  - L'Umanesimo e il recupero della matematica greca l'invenzione della stampa e la diffusione della cultura scientifica.
- b. Dalla riappropriazione dei Classici a nuovi orizzonti metodologici
- La *traditio* dell'opera di Archimede, di Apollonio e di Pappo
  - Il problema dei centri di gravità e l'opera di Luca Valerio
  - François Viète e l'invenzione dell'algebra simbolica

### **La nascita della matematica moderna**

- La teoria degli indivisibili di Bonaventura Cavalieri
- La *Géométrie* di René Descartes
- La nascita delle accademie e delle riviste scientifiche
- Il problema delle tangenti: i metodi di Descartes e di Pierre de Fermat
- Il problema delle tangenti il calcolo differenziale di Leibniz
- Serie e flussioni: i metodi di Isaac Newton

Il materiale di approfondimento su questi temi verrà fornito di volta in volta durante il corso.

**Testi consigliati:** Morris Kline, *Storia del pensiero matematico. Volume 1: dall'Antichità al Settecento*, a cura di Alberto Conte. Einaudi, Torino, 1999.

**Modalità d'esame:** Le modalità d'esame prevedono un colloquio che inizierà su un tema scelto dal candidato.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria Algebrica dei Numeri 2

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):**

Roberto Dvornicich

**Co-docenti (e loro indirizzo e-mail):**

Ilaria Del Corso

delcorso@dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 202AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/02

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~dvornic/TAN2.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria Algebrica dei Numeri 2

**Docente titolare:** Roberto Dvornicich

**Co-docenti:** Ilaria Del Corso

**Prerequisiti:** Teoria Algebrica dei Numeri 1

**Programma previsto:**

Valori assoluti in un campo: dipendenza fra valori assoluti e topologia indotta. Teorema di Ostrowski.

I numeri  $p$ -adici: definizione, struttura additiva e struttura moltiplicativa. Completamento di un campo di numeri rispetto ai suoi valori assoluti. Estensioni di valori assoluti ad estensioni algebriche. Gradi locali, norma e traccia locali. Teorema di approssimazione simultanea. Lemma di Krasner.

Estensioni di campi  $p$ -adici: classificazione delle estensioni non ramificate e delle estensioni debolmente ramificate e loro sottogruppi normici.

Dualità di moduli rispetto alla traccia. Il differente di un'estensione. Estensioni monogeniche, moltiplicatività del differente nelle torri di estensioni, proprietà locali del differente. Discriminante di un'estensione. Relazioni fra differente, discriminante e ramificazione. Relazioni fra la fattorizzazione dei primi nelle estensioni dei campi di numeri e la fattorizzazione di polinomi sui campi locali.

$S$ -interi,  $S$ -unità e teorema di struttura delle  $S$ -unità.

Estensioni di Galois. Gruppi di decomposizione e gruppi di Galois locali. Conseguenze del teorema di Chebotarev. Gruppi di Galois delle estensioni locali debolmente ramificate. Gruppi di ramificazione: struttura della catena dei gruppi di ramificazione, risolubilità delle estensioni locali finite, salti nei gruppi di ramificazione.

Corrispondenza fra estensioni abeliane finite di campi  $p$ -adici e sottogruppi normici. Teorema di Kronecker-Weber locale e globale.

**Testi consigliati:** S. LANG, Algebraic Number Theory, 2nd Edition, Springer Verlag 1994.

J.W.S. CASSELS and A. FRÖHLICH (eds.), Algebraic Number Theory, Academic Press 1967.

J-P. SERRE, Local fields, Springer Verlag 1979.

J. NEUKIRCH, Class field theory, Springer Verlag 1986.

A. FRÖHLICH and M.J.TAYLOR, Algebraic number theory, Cambridge University Press 1991.

**Modalità d'esame:** Esame orale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria dei campi e teoria di Galois  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** (@) Ilaria DEL CORSO  
(delcorso@dm.unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 078AA  
**Valore in CFU:** 6  
**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/02 ALGEBRA  
**Numero di ore di didattica frontale:** 48  
**Semestre di svolgimento:** I  
**Sito web dell'insegnamento:**  
<https://elearning.dm.unipi.it/course/index.php?categoryid=5%Qusitoweb>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria dei campi e teoria di Galois

**Docente titolare:** Ilaria DEL CORSO

**Programma previsto:**

- Richiami sulle estensioni algebriche e sulle estensioni finite di campi.
- Chiusura algebrica di un campo: teorema di esistenza e unicità. Esempi.
- Estensione degli omomorfismi a valori in un campo algebricamente chiuso.
- Campi di spezzamento ed estensioni normali.
- Estensioni separabili. Teorema dell'elemento primitivo. Estensioni inseparabili e puramente inseparabili.
- Estensioni di Galois. Gruppo di Galois e corrispondenza di Galois per estensioni finite.
- Gruppi profiniti, topologia di Krull, corrispondenza di Galois per estensioni infinite. Esempi.
- Gruppo di Galois di un'equazione. Estensioni ciclotomiche. Esempi di estensioni con gruppo di Galois di grado piccolo.
- Equazione generale di grado  $n$ . Problema inverso di Galois.

- Risultante e discriminante di due polinomi. Indipendenza lineare dei caratteri. Traccia e norma.
- Teorema 90 di Hilbert. Estensioni cicliche. Teoria di Kummer.
- Gruppi risolubili. Estensioni risolubili ed estensioni risolubili per radicali.
- Struttura di modulo di Galois: Teorema della base normale.
- Metodi per il calcolo del gruppo di Galois su  $\mathbf{Q}$ .

**Testi consigliati:** S. BOSCH, *Algebra*, Springer - Collana Unitext, 2003. S.

Lang, *Algebra*, 3rd Edition, Addison Wesley, 1993. J. Neukirch, *Class Field Theory*, Springer Verlag, 1986.

**Modalità d'esame:** Esame orale

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria dei controlli

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Paolo Acquistapace  
acquistp@dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 210AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT-05

**Numero di ore di didattica frontale:** 48

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** vi si accederà appena possibile dalla mia pagina web

<http://www.dm.unipi.it/~acquistp/mate.html>  
nonché da Moodle.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria dei controlli

**Docente titolare:** Paolo Acquistapace

**Prerequisiti:** un minimo di analisi funzionale: spazi di Hilbert e operatori lineari.

**Programma previsto:** teoria dei controlli classica: controllabilità, osservabilità, stabilità e stabilizzabilità, problemi con vincoli. Controllo lineare-quadratico in dimensione infinita, approccio con la teoria dei semigrupp. Esempi vari.

**Testi consigliati:**

J. Zabczyk, *Mathematical Control Theory. An Introduction*, Birkhäuser, Boston 1995 (bibl. Economia: 515 ZAB);

A. Bensoussan, G. Da Prato, M. C. Delfour, S. K. Mitter, *Representation and Control of Infinite Dimensional Systems*, Birkhäuser, Boston 2007 (MAT 49 J 13)

I. Lasiecka, R. Triggiani, *Control Theory for Partial Differential Equations: Continuous and Approximation Theories*, *Encyclopedia of Mathematics and its Applications*, 74, 75, Cambridge University Press, Cambridge 2000 (MAT 35-121 I e II).

**Modalità d'esame:** Esame orale e/o seminario su argomento collaterale.

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria e metodi dell'ottimizzazione  
**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** Giancarlo Bigi (giancarlo.bigi@unipi.it)

**Codice dell'insegnamento:** 577AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT/09

**Numero di ore di didattica frontale:** 42

**Semestre di svolgimento:** II

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.di.unipi.it/~bigig/dida/tmo.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Teoria e metodi dell'ottimizzazione

**Docente titolare:** Giancarlo Bigi

**Prerequisiti:** Algebra lineare. Nozioni di base di topologia. Convergenza in spazi metrici. Calcolo differenziale per funzioni di più variabili reali.

**Programma previsto:** Classificazione dei problemi di ottimizzazione. Ottimizzazione non lineare: funzioni e insiemi convessi, massimi e minimi locali e globali, analisi convessa e calcolo sottodifferenziale, condizioni di ottimalità, teoria della dualità, metodi risolutivi per problemi non vincolati (gradiente, Newton, sottogradiente, senza derivate) e vincolati (gradiente condizionato, gradiente e sottogradiente proiettato, penalizzazione, punto interno), minimi quadrati non lineari. Equilibri nei giochi non cooperativi. Applicazioni a problemi specifici (ad esempio: approssimazione e data/curve fitting, modelli di crescita, disposizione spaziale di molecole, trasporti su reti urbane e informatiche, teoria finanziaria del portafoglio, relazioni tra grandezze economiche, equilibri economici).

**Testi consigliati:** Non è prevista l'adozione di un libro di testo specifico. Durante il corso verrà fornita la lista dettagliata degli argomenti e dei riferimenti per ciascuno di essi nonché appunti del docente stesso. È tuttavia possibile fare riferimento principalmente ai seguenti libri:

- M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty, *Nonlinear Programming: Theory and Algorithms*, Wiley, 1993

- D. Bertsekas, *Nonlinear Programming*, Athena, 2004
- J.-B. Hiriart-Urruty, C. Lemaréchal, *Convex Analysis and Minimization Algorithms*, Springer, 2006.
- J. Nocedal, S.J. Wright, *Numerical Optimization*, Springer, 1999.

**Modalità d'esame:** La prova d'esame prevede un colloquio orale finale, che a discrezione del docente può svolgersi in forma seminariale (con relazione scritta a supporto).

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Scheda di un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Topologia Differenziale

**Docente titolare (e suo indirizzo e-mail):** (@) Riccardo Benedetti,  
benedett@dm.unipi.it

**Codice dell'insegnamento:** 227AA

**Valore in CFU:** 6

**Settore scientifico-disciplinare:** MAT03

**Numero di ore di didattica frontale:** 46

**Semestre di svolgimento:** I

**Sito web dell'insegnamento:** <http://www.dm.unipi.it/~benedett/dida.html>

**Università di Pisa**  
**Dipartimento di Matematica**  
**Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale in Matematica**  
**Anno accademico 2015/2016**  
**Informazioni su un insegnamento attivato**

**Nome dell'insegnamento:** Topologia Differenziale  
**Docente titolare:** Riccardo Benedetti

**Programma previsto:** Alcune parole chiave: trasversalita' e cobordismo; teoria del grado; numero di intersezione; caratteristica di Eulero-Poincare', teorema dell'indice di Hopf; costruzione di (Thom) Pontryagin; funzioni di Morse e decomposizioni in manici; teorema di h-cobordismo.

**Testi consigliati:**

Guillemin, Victor and Anton Pollack, Differential Topology, Prentice-Hall (1974) - ISBN 0132126052.

Hirsch, Morris, Differential Topology, Springer (1997) - ISBN 0387901485.

John Milnor, Topology from the Differentiable Viewpoint, Princeton University Press, (rev. 1997) - ISBN 0691048339.

L'opera in tre volumi Geometria contemporanea di Dubrovin-Novikov-Fomenko (esistono anche versioni in inglese o francese).

**Modalità d'esame:** Esame orale con possibilita' di incentrarlo su una esposizione seminariale di approfondimento di temi trattati nel corso.