ALLEGATO 7.2
Linee di ricerca attive

Algebra:

- Teoria di Iwasawa su campi globali: main conjecture per gruppi delle classi, curve ellittiche, varietà abeliane, L-funzioni globali e p-adiche.
- Teoria di Hida su campi di funzioni in caratteristica positiva: forme automorfe e forme modulari di Drinfeld, famiglie p-adiche di forme modulari.

Analisi matematica:

- Teoria del potenziale non lineare (campo in cui Parma è il principale punto di riferimento mondiale).
- Teoria della regolarità per funzionali con crescita non standard e coefficienti degeneri e per i problemi parabolici associati.
- Equazioni di evoluzione: stime di potenziale, stime di nucleo nel caso di coefficienti illimitati per sistemi parabolici, studio dei sistemi di misure invarianti.
- Modelli variazionali provenienti dalla letteratura fisica, dalla Scienza dei Materiali e dal Trattamento Artificiale di Immagini.
- Flussi geometrici non locali e moti per curvatura media cristallina.
- Problemi di rilassamento in Teoria Geometrica della Misura e Teoria delle Correnti.
- Analisi in dimensione infinita: studio degli spazi di Sobolev, di funzioni a variazione limitata e più in generale costruzione di una Teoria Geometrica della Misura in spazi infinito dimensionali, con applicazione allo studio di alcune equazioni differenziali in infinite variabili.
- Teoria Analitica dei Numeri: medie del numero di rappresentazioni di un intero come somme di potenze di numeri primi e varianti (medie con peso; intervalli corti); problemi di approssimazione diofantea in cui alcune variabili sono numeri primi; distribuzione dei numeri primi negli intervalli corti (integrale di Selberg).

Analisi numerica:

- Sviluppo di nuove strategie numeriche accurate ed efficienti per fenomeni di propagazione di onde in domini illimitati mediante il metodo degli elementi di contorno.
- Riduzione del costo computazionale mediante estensione dei risultati recentemente ottenuti in ambito isogeometrico (IgA-BEM) per problemi ellittici a problemi evolutivi.
- Introduzione dell'algebra delle H-matrici per l'elaborazione delle matrici dense provenienti dalla discretizzazione di operatori integrali.
- Studio ed applicazione del metodo BEM a modelli parabolici degeneri per la valutazione di opzioni finanziarie di tipo asiatico.

Calcolo delle probabilità e statistica:

- Modelli a guscio (shell models) per la turbolenza nei fluidi, in presenza di perturbazioni stocastiche, atti a catturare varie proprietà statistiche in tre dimensioni e a descrivere la struttura multi-frattale delle soluzioni.
- Ricerca statistica sull'identificazione personale, basato sullo studio delle impronte digitali, in collaborazione col RIS.

Fisica matematica:

- Equazioni integro-differenziali non-lineari tipo Boltzmann per miscele di gas reagenti e/o poliatomici e/o dissipativi: stime di entropia, sviluppo di consistenti modelli cinetici di rilassamento.
- Deduzione asintotica rigorosa nel limite del continuo di equazioni alle derivate parziali paraboliche o iperboliche per i campi macroscopici, ed applicazioni a problemi di
- propagazione ondosa ed onde d'urto.
- Modelli differenziali dedotti dal livello cinetico e loro applicazioni alle scienze socio-economiche ed alla biomatematica (dinamica delle popolazioni, epidemiologia).
- Problemi di stabilità delle situazioni di equilibrio, possibili fenomeni di biforcazioni e loro diverse tipologie, problemi di controllo ottimo.

Geometria:

- Metriche Hermitiane speciali non Kähleriane e correnti positive su varietà complesse. Analisi complessa su varietà.
- Coomologia di Bott-Chern e di Aeppli e teoria di Hodge su varietà complesse.
- Deformazioni di strutture complesse. Coomologia di varietà simplettiche.
- Geometria delle varietà di Cauchy-Riemann e degli spazi omogenei.
- Esistenza di sottovarietà speciali di varietà di Einstein. Flusso dl Ricci su varietà complesse.
- Geometria simplettica, azioni Hamiltoniane e mappa momento. Geometria semi-Riemanniana. Spazi simmetrici di tipo compatto.
- Geometria differenziale delle sottovarietà di spazi omogenei. Sistemi integrabili.
- Problemi di estensione di funzioni e di oggetti analitici in geometria di Cauchy-Riemann. Domini convessi.

Informatica:

- Sviluppo e applicazione di metodi formali per l'analisi e la verifica di sistemi informatici, con particolare riferimento al software utilizzato in contesti critici per la sicurezza. Progettazione e sviluppo di domini astratti e operatori per l'approssimazione della semantica mediante interpretazione astratta.
- Sviluppo di linguaggi logici, risolutori e applicazioni di logica computazionale.
- Studio e applicazione dei sistemi multi-agente nell'ambito dell'intelligenza artificiale con particolare riferimento a linguaggi di programmazione per agenti e a modelli analitici dei comportamenti collettivi.
- Progettazione di algoritmi e sviluppo di sistemi di calcolo parallelo con applicazioni HPC (ottimizzazione, simulazioni numeriche), sia su architetture classiche che GPU.
- Analisi di algoritmi, in particolare algoritmi per l'elaborazione di immagini.

FISICA DELLA MATERIA

Semiconduttori

- Epitassia e studio di ossidi semiconduttori ad ampia bandgap per applicazioni in elettronica di potenza e rivelazione di luce UV (in collaborazione con IMEM-CNR)
- Studio delle transizioni di fase indotte da trattamenti ad alta temperatura in ossidi semiconduttori
- Caratterizzazione elettrica e modellizzazione dei meccanismi di trasporto in semiconduttori puri e drogati
- Realizzazione e studio di contatti metallo-semiconduttore

- Studio delle proprietà ottiche dei semiconduttori; anisotropia, assorbimento fondamentale e da impurezze
- Diffusione di impurezze e formazione di difetti puntuali in semiconduttori composti
- Proprietà elettro-ottiche di semiconduttori composti per rivelazione di radiazioni ionizzanti
- Preparazione e caratterizzazione di celle solari a film sottile
- Ripristino del rendimento energetico in impianti fotovoltaici con problemi di produttività (attività dello spin-off SpoT srl)

Magnetismo Computazione Quantistica e Superconduttività

- Nanomagneti Molecolari per la computazione quantistica e modelli teorici per loro utilizzo nelle applicazioni, con tecniche di calcolo avanzato e misure di spettroscopia neutronica a 4 dimensioni, NMR e magnetometria.
- Sistemi fortemente correlati e superconduttori non convenzionali, Spettroscopie di risonanza magnetica, con sviluppo di tecniche di campo iperfine in NMR, e MuSR.
- Materiali con effetto magnetocalorico per conversione di energia e materiali multiferroici; nanostrutture magnetiche;

Materiali a base di carbonio

- Grafene, fullerene e altre nanostrutture a base di carbonio per immagazzinamento di idrogeno, e come costituenti di elettrodi e elettroliti solidi in batterie alcaline innovative e supercondensatori. Fibre di carbonio di nuova concezione.
- Superconduttività in composti fullerenici.

Scienze dei beni culturali

- Spettroscopia Raman su materiali di interesse applicativo, in particolare per le scienze dei beni culturali e la mineralogia

Biofisica

- Sviluppo di sensori intracellulari basati su proteine fluorescenti con applicazioni in microscopia di fluorescenza anche subdiffrattiva
- Proprietà funzionali di fotorecettori
- Proprietà funzionali di emoproteine mediante spettroscopie laser
- Studi computazionali di proprietà dinamiche e strutturali di proteine
- Sviluppo di sistemi di trasporto di fotosensibilizzatori basati su proteine

Materia soffice

- Proprietà dinamiche e reologiche di superfici organiche e ibride, schiume, gel
- Nanostrutture per diagnostica e terapia antitumorale
- Implementazione di spettroscopie neutroniche e di fotocorrelazione di raggi X presso large scale facilities per l'indagine della dinamica alle interfacce
- Strutture di materia soffice per la progettazione di cibi e tessili con proprietà innovative. V. anche Spin-off *Future Cooking Labs.r.l.*

FISICA TEORICA

Interazioni fondamentali

- Campi e stringhe. Corrispondenza AdS/CFT fra teorie di campo quantistiche e teorie di gravità, entropia di entanglement in teorie supersimmetriche e buchi neri nella corrispondenza gauge/gravità.
- Teorie di gauge su reticolo, formulazione su Lefschetz thimbles di campo e diagramma di fase della Cromodinamica Quantistica; sviluppi ad alti ordini (NSP, Resurgence Theory)

- Cosmologia e fisica astroparticellare, struttura dell'Universo su grande scala attraverso metodi analitici e simulazioni numeriche in previsione del satellite europeo EUCLID; modelli per la materia e l'energia oscura
- Gravitazione, simulazione di sistemi binari di stelle di neutroni e del segnale gravitazionale emesso nel merger, in collaborazione con VIRGO (rivelazione di onde gravitazionali).

Fisica Statistica e dei Sistemi complessi

- Equilibrio e Fuori dall'Equilibrio, fasi collettive statiche o dinamiche e sincronizzazione, con applicazioni a reti di neuroni e ritmi circadiani; stima di rischio da eventi estremi.
- Sistemi quantistici/teoria dell'informazione quantistica Controllo quantistico da interazione luce-materia. Trasporto quantistico con condensati di Bose-Einstein. Materia oscura cosmologica modellizzata da equazionei di Schroedinger-Poisson.