

Titolo del corso: La matematica nel mondo contemporaneo

Referenti del corso: Francesco Pegoraro, Fulvio Ricci

Descrizione corso:

Il corso si compone di tre cicli di lezioni sui seguenti temi:

- *Tre lezioni di meccanica statistica*, prof. Sergio Caracciolo, Università di Milano e INFN, 19, 20, 27 gennaio
- *Frattali in matematica e oltre*, Prof. Giovanni Alberti, Università di Pisa, 16, 17, 24 marzo
- *Onde solitarie e solitoni*, prof. Vieri Benci, Università di Pisa, 13, 14 aprile

Obiettivi: Scopo del corso è la familiarizzazione con gli aspetti della matematica presenti nei recenti sviluppi delle discipline matematiche, fisiche e informatiche e nelle applicazioni a più vasti ambiti scientifici o tecnologici.

Mappatura competenze attese: Acquisizione di conoscenze sulle basi scientifiche di attuali sviluppi scientifici e tecnologici.

Verifica finale

Questionario di gradimento

Destinatari: Docenti di matematica, fisica o informatica in scuole secondarie superiori.

Data inizio corso: 19/1/2023

Data fine corso: 14/4/2023

MODALITÀ IN PRESENZA – (Scuola Normale Superiore)

SEMINARI DISCIPLINARI

Primo ciclo

Prof. **Sergio Caracciolo**, Università di Milano e INFN

Tre lezioni di meccanica statistica

La meccanica statistica offre il linguaggio e i metodi per descrivere i sistemi con infiniti gradi di libertà.

Nella prima lezione vedremo come introdurre in modo naturale elementi statistici nella definizione degli stati fisici generalizzati in meccanica classica come distribuzioni di probabilità sullo spazio delle fasi.

Nella seconda lezione discuteremo come determinare lo stato di equilibrio di un sistema fisico e stabiliremo la connessione con la termodinamica.

Nella terza vedremo come il formalismo permette di discutere i fenomeni critici e può essere esteso a trattare i fenomeni complessi che si presentano in varie discipline scientifiche.

Date: 19, 20, 27 gennaio, ore 15

- 19, 20 gennaio Sala Azzurra
- 27 gennaio Sala Stemmi

Secondo ciclo

Prof. **Giovanni Alberti**, Università di Pisa

Frattali in matematica e oltre

Negli ultimi quarant'anni gli insiemi frattali hanno raggiunto una discreta popolarità anche al di fuori dell'ambito specialistico in cui sono nati, anche grazie alla bellezza decisamente aliena delle immagini generate al computer che internet ha portato a disposizione di tutti.

Ma al di là di queste coloratissime immagini, che per inciso rappresentano solamente una classe molto particolare di oggetti frattali, cos'è esattamente un frattale?

La risposta non è univoca. Si tende a parlare di frattali davanti ad oggetti geometrici (e non solo) che non sono "lisci" come possono esserlo una sfera, o una curva, ma esibiscono una qualche forma di auto-similarità, nel senso che presentano su scala piccola (anzi, su scale infinitamente piccole) forme simili a quelle visibili sulla scala macroscopica.

(Al contrario le superfici "lisce" assomigliano sempre di più ad un piano mano a mano che si scende di scala.)

Un concetto intrinsecamente legato ai frattali è quello di dimensione non intera. Nel sentire comune, il concetto di dimensione è chiaro per gli oggetti geometrici lisci, che però possono avere solo dimensioni intere (una curva ha dimensione 1, una superficie ha dimensione 2, e via discorrendo).

Al contrario i frattali hanno una dimensione che spesso non è un numero intero. Ma cosa si intende con ciò, e come viene calcolata tale dimensione?

Lo scopo di queste lezioni è in primo luogo dare una descrizione accurata di alcune classi di frattali (i cosiddetti frattali auto-simili), definire in modo preciso la dimensione di un insieme, e calcolarla in alcuni semplici casi.

Successivamente verranno considerati alcuni esempi di strutture frattali che si osservano in natura (come il sistema circolatorio negli animali, le interfacce nella struttura cristallina di certe leghe metalliche, le superfici super-idrofobiche di certe piante), spiegando l'origine di tali strutture.

Date: 16, 17, 24 marzo, ore 15

- 16 e 17 marzo Sala Stemmi
- 24 marzo Sala Azzurra

Terzo ciclo

Prof. **Vieri Benci**, Università di Pisa

Onde solitarie e solitoni

Nel 1834, l'ingegnere navale John Scott Russell scoprì un nuovo fenomeno che descrisse come segue:

Stavo osservando il moto di un battello che veniva trainato rapidamente lungo uno stretto canale da un paio di cavalli, quando il battello improvvisamente si fermò; non altrettanto fece la massa d'acqua del canale che esso aveva messo in moto; essa [...] continuò la sua corsa lungo il canale,

apparentemente senza mutamento di forma o riduzione di velocità. La seguii a cavallo lungo la sponda del canale e la superai mentre stava ancora procedendo ad una velocità di otto o nove miglia all'ora [14 km/h], ancora conservando il suo aspetto originario di circa trenta piedi di lunghezza [9 m] e un piede o un piede e mezzo [30-45 cm] in altezza.

Le sperimentazioni condotte da Scott Russell sembravano essere in contrasto con le teorie idrodinamiche di Isaac Newton e Daniel Bernoulli. I contemporanei cercarono invano di includere gli esperimenti di Russell nelle teorie conosciute ma le prime spiegazioni non sarebbe arrivata fino alla fine degli anni '70 del 1800. Comunque, fino al moderno sviluppo dell'analisi non lineare (seconda metà del '900) questo fenomeno non è stato capito appieno. Oggi questi fenomeni non lineari sono di primaria importanza per la fisica, l'elettronica, la biologia ed in particolare le fibre ottiche con conseguente consolidamento della moderna teoria generale dei solitoni.

In queste lezioni, in primo luogo, studieremo la natura delle onde in un mezzo omogeneo governate da fenomeni lineari. In seguito vedremo come la presenza di fattori non-lineari permetta di spiegare l'esistenza di onde solitarie e solitoni.

Date:

- 13 aprile - Aula Volterra, Palazzo della Carovana, III piano
- 14 aprile - Aula Fermi, Palazzo della Carovana, piano terra