



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Metodi della Fisica Matematica

2021-1-F4001Q063

Obiettivi

Il corso è rivolto alla presentazione dei fondamenti matematici e fisici della teoria classica dei campi. Il filo conduttore è lo studio della teoria delle onde: onde lineari e non lineari, dispersive e non dispersive. La prima parte del corso presenta le idee, i principi fondamentali e le equazioni basilari della meccanica dei continui, e, in special modo, della Dinamica dei fluidi. Di questa vengono trattati in dettaglio alcuni modelli specifici. Si trattano i casi nel caso di onde sonore (mettendo in evidenza l'analogia con le onde elettromagnetiche) e onde in acqua. Si introducono i concetti di velocità di fase, velocità di gruppo, pacchetto d'onde, ottica geometrica e equazione dell'iconale. Si passa poi ad un importante capitolo sull'equazione di Schrödinger e sui concetti fondamentali della Meccanica Quantistica, e sulla loro rappresentazione matematica. Il corso termina con lo studio di alcuni aspetti fondamentali di una classe importante di equazioni d'onda non-lineari, ovvero le equazioni solitoniche di tipo Korteweg-de Vries.

I principali risultati di apprendimento attesi sono:

- 1) la conoscenza e la comprensione delle definizioni della dinamica dei fluidi della teoria delle onde e dell'equazione di Schrödinger, delle loro motivazioni fisiche, dei teoremi fondamentali e delle principali tecniche di dimostrazione degli stessi.
- 2) Il riconoscimento e la comprensione delle differenti approssimazioni modellistiche (quali le equazioni costitutive, i processi di linearizzazione e espansione asintotica etc.) utilizzati durante il corso.
- 3) la capacità di applicare questo bagaglio concettuale all'analisi delle diverse applicazioni; la capacità di esporre, comunicare e argomentare in modo chiaro e preciso sia i contenuti teorici del corso, sia le loro applicazioni a situazioni specifiche anche in relazione ad altri ambiti disciplinari.

4) La capacità di integrare le conoscenze acquisite durante il corso con una elaborazione personale ulteriore, attraverso l'analisi di temi complementari a quelli presentati durante le lezioni

Contenuti sintetici

Teoria dei continui e dei campi. Fondamenti della fluidodinamica. Onde lineari e non-lineari, dispersione. Ottica geometrica. Equazione di Schrödinger e meccanica ondulatoria. Onde in "shallow water" e equazioni di tipo Korteweg-de Vries.

Programma esteso

Corpi continui e il loro spazio delle configurazioni. Fluidi e campo di velocità.

Equazioni di Eulero e Navier-Stokes.

Teorema di Bernoulli, flussi attorno ad un ostacolo e teoria dell'ala.

Onde sonore in gasdinamica. Onde elettromagnetiche nel vuoto. Onde di gravità.

Velocità di fase e di gruppo, pacchetto d'onde, ottica geometrica e equazione dell'iconale.

L'equazione di Hamilton-Jacobi come iconale dell'equazione di Schrödinger.

Elementi di base della Meccanica quantistica e loro formulazione matematica.

Onde in "shallow water": le equazioni di Korteweg - de Vries. Proprietà e metodi di risoluzione.

Prerequisiti

Il corso non richiede la frequenza ad alcun altro corso della laurea Magistrale. Sono necessarie le nozioni dei corsi di Analisi I e II, Algebra lineare e Geometria, Fisica I e II e Sistemi Dinamici e Meccanica Classica della laurea triennale. Possono essere utili ai fini del corso quelle presentate nei corsi di Analisi Complessa e Fisica Matematica del terzo anno.

Modalità didattica

Lezioni (8CFU).

Nel periodo di emergenza Covid-19 le lezioni si svolgeranno da remoto in modalità asincrona. Si prevedono eventi in videoconferenza sincrona.

Materiale didattico

Testi di riferimento

Capitoli scelti da:

1. G.B. Whitham: Linear and Nonlinear waves, John Wiley & Sons, 1999.
2. G. Falkovich, Fluid Mechanics (a short course for physicists). Cambridge University Press, 2011.
3. S. Salsa: Partial Differential Equations in Action: from Modeling to theory. Springer, 2008.
4. L.A Takhtajan, Quantum Mechanics for Mathematicians, Springer, 2008.

Gli appunti delle lezioni saranno regolarmente pubblicati sulla pagina e-learning del corso.

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre.

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame è orale ed è diviso in due parti.

La prima parte consiste nella discussione di un breve elaborato scritto preparato autonomamente dallo studente su un argomento scelto tra quelli di una lista fornita entro il termine del corso dal docente. Tale lista comprenderà anche temi complementari a quelli presentati a lezione. La scelta dell'elaborato va comunicata al docente almeno 10 giorni prima della data della discussione, e una copia dell'elaborato va inviata al docente almeno 2 giorni prima di tale data per una valutazione preliminare dello stesso.

Questa parte è rivolta principalmente alla verifica dei punti 3 e 4 dei "risultati di apprendimento attesi" descritti più sopra. Vengono valutati, anche in relazione alla complessità dell'elaborato scelto, la chiarezza espositiva, la capacità di sintesi e la padronanza dell'argomento.

La seconda parte dell'esame (finalizzata alla verifica dei punti 1 e 2 tra i "risultati di apprendimento attesi") consiste nell'esposizione di alcuni argomenti del programma (scelti dal docente).

Il peso relativo delle due parti dell'esame è paritetico ai fini della valutazione.

Fino all'esaurimento della corrente emergenza sanitaria, l'esame si svolgerà da remoto mediante la piattaforma WebEx, con accesso reso disponibile sulla pagina e-learning dell'insegnamento.

Orario di ricevimento

Su appuntamento da richiedersi via e-mail (preferito) o la presente pagina e-learning. In considerazione dell'evoluzione dell'emergenza COVID-19 e/o dell'opportunità, gli incontri potranno svolgersi anche in modalità remota via videoconferenza
