Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Mod. Scheda Insegnamento v. 1.1 -

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome	MAURO
Cognome	CHINAPPI

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano	FISICA DEI FLUIDI COMPLESSI E TURBOLENZA
Inglese	Physics of complex fluids and turbulence

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A.	2025/2026
	○ L ◉ LM ○ LM CU
CdS	FISICA (LM-17)
Codice	8066547
Canale	UNICO
CFU	8
Lingua	ITA

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome	Luca
Cognome	Biferale

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano	
Inglese	

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: Il corso fornisce un'introduzione su argomenti avanzati di dinamica dei fluidi. Il filo conduttore del corso è la complessità e le metodologie per affrontarla. Gli esempi selezionati saranno scelti in un'ottica multiscala (diverse scale spaziali e temporali rilevanti per l'analisi del fenomeno) e multifisica (diversi effetti contribuiscono alla fenomenologia). In particolare, verranno trattati i seguenti argomenti: moti turbolenti per fluidi semplici, soluzioni colloidali di particelle micrometriche (moto Browniano), flussi bifase ed elettroidrodinamica. Nel corso vengono forniti gli strumenti concettuali e analitici per descrivere fluidi e flussi complessi. CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Al termine dell ' insegnamento, lo/la studente sarà in grado di comprendere i principali fenomeni relativi alla dinamica dei fluidi complessi, in particolare relativamente alla descrizione del trasporto di particelle in fluidi e all'elettroidrodinamica. Inoltre, lo/la studente conoscerà le principali fenomenologie associate a flussi turbolenti e la loro descrizione teorica.
Inglese	LEARNING OUTCOMES: The course provides an introduction to advanced topics in fluid dynamics. The common thread of the course is the complexity and the methodologies to face it. The selected examples will be chosen from a multiscale perspective (different spatial and temporal scales relevant to the analysis of the phenomenon) and multi-physics (different effects contribute to the phenomenology). In particular, the following topics will be covered: turbulent motions for simple fluids, colloidal solutions of micrometric particles (Brownian motion), two-phase and electro-dynamic flows. The course provides conceptual and analytical tools to describe complex fluids and flows. KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: At the end of the course, the student will be able to understand the main phenomena related to the dynamics of complex fluids, in particular with regard to the description of the transport of particles in fluids and to electro-dynamics. Furthermore, the student will know the main phenomenologies associated with turbulent flows and their theoretical description. APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: The student will be able to recognize the range of validity of the various models proposed

Prerequisiti

Italiano	E' necessario che lo/la studente abbia una buona dimestichezza con gli strumenti dell'analisi differenziale e integrale e con gli aspetti di base della meccanica e della termodinamica.
Inglese	It is necessary that the student is familiar with the differential and the integral analysis, with the basic aspects of mechanics and thermodynamics.

Programma

Italiano	Equazioni fondamentali Equazione di conservazione della massa e della quantità di moto. Simmetria tensore degli sforzi. Relazione costitutiva fluidi newtoniani. Equazione di Navier Stokes per flussi incomprimibili. Condizioni al bordo. Condizione di Navier e lunghezza di scorrimento. Forma adimensionale equazioni di Navier-Stokes. Numero di Reynolds. Equazione di Stokes, linearità e simmetrie. Cenni al teorema di Purcell sul nuoto dei microorganismi. Flusso di Poiseuille. Moto Browniano Diffusione di particelle in un fluido. Equazione di conservazione. Equazione di Langevin per il moto di un singolo colloide. Teorema di fluttuazione dissipazione. Metodi numerici per equazioni differenziali stocastiche.
Inglese	Fundamental equations Conservation of mass and momentum. Stress tensor symmetry. Newtonian fluids constitutive relation. Navier Stokes equation for incompressible flows. Boundary conditions. Navier condition and slip length. Dimensionless form of the Navier-Stokes equations. Reynolds number. Stokes equation, linearity and symmetries. Notes on Purcell's theorem concerning the swimming of microorganisms. Poiseuille flow. Brownian Motion Diffusion of particles in a fluid. Conservation equation. Langevin equation for the motion of a single colloid. Fluctuation-dissipation theorem. Numerical methods for stochastic differential equations.

Modalità di valutazione

- [ ] Prova scritta
- [x] Prova orale
- [ ] Valutazione in itinere
- [ ] Valutazione di progetto
- [ ] Valutazione di tirocinio
- [ ] Prova pratica
- [ ] Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano	La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri: Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni. 18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. 21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti routinaria; Capacità di analisi e sintesi corrette con argomentazione logica coerente. 24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi con argomentazioni espresse in modo rigoroso. 27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti completa; notevoli capacità di analisi, sintesi. Buona autonomia di giudizio. 30-30L: Ottimo livello di conoscenza e comprensione degli argomenti. Notevoli capacità di
Inglese	The examination will be evaluated according to the following criteria: Ineligible: imajor deficencies and/or inaccuracy in knowledge and understanding of topics; limited analytical and synthesis skills, frequent generalizations. 18-20: knowledge and understanding of topics only sufficient with possible imperfections; analytical skills, synthesis and judgment autonomy just sufficient. 21-23: knowledge and understanding of topics at a basic level; Correct analysis and synthesis skills with consistent logical reasoning. 24-26: Fair knowledge and understanding of the topics; good analytical and synthesis skills with rigorous arguments. 27-29: Ccomplete knowledge and understanding of the topics; remarkable ability of analysis, synthesis. Good autonomy of judgment. 30-30L: Excellent level of knowledge and understanding of topics. Remarkable ability of

Testi adottati

Italiano	Frisch, Uriel. Turbulence: the legacy of AN Kolmogorov. Cambridge university press, 1995. Pope, Stephen B. Turbulent flows. Cambridge university press, 2000. San Miguel, M., & Toral, R. (2000). Stochastic effects in physical systems. In Instabilities and nonequilibrium structures VI (pp. 35-127). Springer, Dordrecht.
Inglese	Frisch, Uriel. Turbulence: the legacy of AN Kolmogorov. Cambridge university press, 1995. Pope, Stephen B. Turbulent flows. Cambridge university press, 2000. San Miguel, M., & Toral, R. (2000). Stochastic effects in physical systems. In Instabilities and nonequilibrium structures VI (pp. 35-127). Springer, Dordrecht.

Bibliografia di riferimento

Italiano	
Inglese	

Modalità di svolgimento

☒ Modalità in presenza
☐ Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano	Il corso segue un modello didattico tradizionale basato su lezioni frontali ed esercitazioni. Le lezioni introduttive verranno principalmente svolte alla lavagna, derivando le equazioni in modo tradizionale. Il resto del corso utilizzerà anche presentazioni. Il materiale verrà pubblicato on-line tipicamente prima delle lezioni. Nella parte finale del corso, verranno tenuti seminari specialistici su temi specifici (esempio: reologia dei fluidi complessi, trasporto di particelle in flussi turbolenti). Nell'ambito dello studio dei moti Browniani, due lezioni verranno svolte in aula di informatica dove gli studenti svilupperanno un codice per il
Inglese	The course follows a traditional teaching model based on lectures and exercises. The introductory lessons will mainly be carried out on the blackboard, deriving the equations in a traditional and rigorous way. The rest of the course will also use presentations. The material will be published on-line typically before classes. In the final part of the course, specialized seminars will be held on selected topics (e.g. reology of complex flow, particle transport in turbulent flows). As part of the study of Brownian motions, two lessons will be held in the computer lab where the students will develop a code for the Brownian motion of a particle.

Modalità di frequenza

◉ Frequenza facoltativa
○ Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano	La frequenza non è obbligatoria ma fortemente suggerita. In ogni caso, il materiale è a disposizione di studenti non frequentanti.
Inglese	Attendance is not mandatory but strongly suggested. In any case, the material is available to non-attending students.