



FISICA MATEMATICA II

MAT/07 - 6 CFU - 1° semestre

Docente titolare dell'insegnamento

MASSIMO TROVATO

Email: trovato@dmi.unict.it

Edificio / Indirizzo: Dipartimento di Matematica e Informatica, Blocco III, ufficio M37, Viale A. Doria 6, 95125 Catania

Telefono: 0957383037

Orario ricevimento: Mercoledì e Venerdì dalle ore 16:30 alle ore 19

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso persegue quale obiettivo principale la trattazione teorica della meccanica classica tramite lo studio della Meccanica Analitica . Il corso consente allo studente di collegare gli argomenti svolti con i concetti appresi in Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Geometria I, Fisica generale I e Fisica Matematica I.

Il corso di Fisica Matematica II, si prefigge lo scopo di completare il programma svolto nel corso di Fisica matematica I, e persegue quale obiettivo principale quello di trattare la meccanica classica, con strumenti matematici più evoluti quali i moderni metodi variazionali. Verranno quindi derivate le equazioni del moto per un generico sistema fisico, a partire da considerazioni geometriche e proprietà di simmetria dello spazio-tempo, utilizzando principi variazionali generali sia nello spazio delle configurazioni che nello spazio delle fasi. Verrà quindi analizzata la profonda connessione tra le proprietà geometriche di un dato sistema fisico e le leggi della fisica che lo governano. I principi variazionali sono stati, e sono allo stato attuale, strumenti essenziali per la descrizione di tutta la fisica moderna (classica e non classica).

In particolare, in riferimento anche ai cosiddetti "Descrittori di Dublino" il corso avrà lo scopo di raggiungere le seguenti competenze trasversali:

1) Conoscenza e capacità di comprensione:

Il corso si prefigge lo scopo di fornire strumenti matematici (quali teoremi, procedure dimostrative ed algoritmi) che permettono di affrontare applicazioni reali in: matematica applicata, fisica, informatica ed altro. Lo studente con tali strumenti matematici dovrà avere nuove capacità matematiche utili a risolvere problematiche teoriche e applicative.

2) Capacità di applicare conoscenza e comprensione:

Alla fine del corso si dovrà acquisire una conoscenza e una comprensione delle nuove tecniche matematiche utili per tutti i possibili collegamenti tra gli argomenti del corso e, se possibile, proporre

nuove problematiche non trattate con gli studenti.

3) Autonomia di giudizio:

Il corso, basato su un metodo logico deduttivo, darà allo studente capacità autonome di giudizio per discernere metodi di dimostrazioni non corrette, inoltre lo studente, mediante un ragionamento logico, dovrà affrontare adeguate problematiche di meccanica, e più in generale di matematica applicata, cercando di risolverle con l'aiuto interattivo del docente.

4) Abilità comunicative:

Nella prova finale di esame lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto una adeguata maturità espositiva delle varie tecniche matematiche apprese.

5) Capacità di apprendimento:

Gli studenti devono acquisire le competenze necessarie per intraprendere studi successivi (laurea magistrale) con un alto grado di autonomia. Il corso oltre a proporre argomenti teorici presenta argomenti che potranno essere utili in vari campi lavorativi.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

L'insegnamento verrà svolto mediante lezioni in aula tenute dal docente. In tali lezioni il programma vedrà suddiviso in sezioni: Brevi richiami di Fisica Matematica I; Meccanica Analitica. In ognuna di tali sezioni il docente dapprima affronterà i principali argomenti teorici e poi mostrerà come tali argomenti possano legarsi a possibili applicazioni. In seguito, verranno presentati e discussi esercizi allo scopo di individuare e discutere soluzioni ed applicazioni su argomenti relativi ai risultati teorici.

Il corso è costituito complessivamente da 6 CFU dei quali:

5 CFU (corrispondenti a 7 ore ciascuno) sono dedicati a lezioni teoriche in Aula per un totale di 35 ore, e 1 CFU (corrispondenti a 12 ore) sono dedicati ad esercitazioni in Aula.

Il corso, di 6 CFU, comprende quindi complessivamente 47 ore di attività didattiche.

Qualora l'insegnamento venisse impartito in modalità mista o a distanza potranno essere introdotte le necessarie variazioni rispetto a quanto dichiarato in precedenza, al fine di rispettare il programma previsto e riportato nel syllabus.

Informazioni per studenti con disabilità e/o DSA

A garanzia di pari opportunità e nel rispetto delle leggi vigenti, gli studenti interessati possono chiedere un colloquio personale in modo da programmare eventuali misure compensative e/o dispensative, in base agli obiettivi didattici ed alle specifiche esigenze.

E' possibile rivolgersi anche al docente referente CInAP (Centro per l'integrazione Attiva e Partecipata - Servizi per le Disabilità e/o i DSA) del nostro Dipartimento, prof. Filippo Stanco

PREREQUISITI RICHIESTI

Per poter sostenere l'esame di Meccanica Analitica è necessario aver superato gli esami di : Analisi I, Analisi II, Fisica I. Fisica Matematica I

FREQUENZA LEZIONI

La frequenza è fortemente consigliata

CONTENUTI DEL CORSO

Cenni riassuntivi e collegamenti con il corso di Fisica Matematica I:

Algebra vettoriale e tensoriale. Matrice della metrica. Componenti covarianti e controvarianti di un vettore. Cambiamenti di Coordinate. Coordinate polari, sferiche e cilindriche. Riferimenti Naturali. Metrica indotta dalle trasformazioni di coordinate. Coordinate curvilinee. Algebra Tensoriale. Componenti Covarianti, Controvarianti e miste di un tensore. Tensore di Levi-Civita ed applicazioni. Teoria dei potenziali generalizzati. Applicazioni al caso di un campo elettromagnetico ed alle forze apparenti. Nozioni introdotte sullo spazio delle configurazioni. Vettori tangenti e Spazio tangente.

Meccanica Analitica:

Principi variazionali ed equazioni di Lagrange. Principi variazionali e principio di Hamilton nello spazio delle configurazioni. Gauge invarianza della variazione prima del funzionale di Hamilton ed applicazioni al potenziale delle forze apparenti. Principio di minima azione di Maupertuis ed equazioni di Lagrange. Variabili cicliche. Problema del calcolo delle Geodetiche e connessione con la legge di inerzia. Il problema della brachistocrona. Connessione tra il principio di minima azione di Maupertuis ed il Principio di Fermat. Cenni sulla Teoria di de Broglie. Simmetrie e leggi di conservazione. Teorema di Noether. Problema dei due corpi. Spazio delle fasi. Formalismo Hamiltoniano. Trasformazioni di Legendre. Equazioni di Hamilton. Derivazione delle equazioni di Hamilton da un principio variazionale. Applicazione dei metodi Hamiltoniani a vari problemi. Trasformazioni canoniche. Funzione Generatrice di una trasformazione canonica. Applicazioni ed esempi. La teoria di Hamilton-Jacobi. Derivazione delle equazioni di Hamilton-Jacobi a partire da un principio variazionale. Equazione di Hamilton-Jacobi e sue applicazioni. Metodo della separazione delle variabili per le equazioni di Hamilton-Jacobi. Parentesi di Poisson. Teorema di Poisson. Applicazioni ed esempi.

Principi variazionali in teoria dei campi elettromagnetici (*):

Introduzione alla teoria della relatività speciale. Formalismo 4-dimensionale e spazio degli eventi. Metrica non euclidea e metrica di Minkowski. Tipi di 4-intervalli. Contrazione delle lunghezze e dilatazioni temporali. Formulazione Lagrangiana ed equazioni di moto dedotte da principi variazionali. Variazione di un funzionale di campo. Tensore del campo Elettromagnetico. Gauge invarianza e connessione con i potenziali generalizzati. Invarianti del campo Elettromagnetico e costruzione della Lagrangiana utilizzando i teoremi di rappresentazione per funzioni scalari di Lorentz. Formulazione generale per le equazioni lineari e non lineari di Maxwell, interpretazione microscopica, verifiche sperimentali.

(*) Questa parte del programma (o parte di essa) verrà svolta compatibilmente con il monte ore complessivo del corso.

TESTI DI RIFERIMENTO

1. Appunti del docente.
2. S. Rionero, Lezioni di Meccanica razionale, Liguori Editore.
3. Strumia Alberto, Complementi di Meccanica Analitica (<http://albertostrumia.it/?q=content/meccanica-razionale-parte-ii>)
4. H. Goldstein, Meccanica classica, Zanichelli, Bologna.
5. L.D. Landau E. M. Lifshits, Fisica teorica. Vol. 1: Meccanica, Editori Riuniti.
6. Valter Moretti, Elementi di Meccanica Razionale, Meccanica Analitica e Teoria della Stabilità. (<http://www.science.unitn.it/~moretti/runfismatl.pdf>)
7. L.D. Landau E. M. Lifshits, Fisica teorica. Vol. 2: Teoria dei campi, Editori Riuniti.

ALTRO MATERIALE DIDATTICO

<https://www.dmi.unict.it/trovato/PDF%20Fisica%20Matematica%20II%20AA%202020-2021.html>

PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

Argomenti	Riferimenti testi
1 Principi variazionali e principio di Hamilton	App. docente, Strumia (Compl. Mecc. Anal.), Goldstein, Landau-Lifshits Vol.1, Moretti
2 Principio della minima azione.	App. docente, Strumia (Compl. Mecc. Anal.), Goldstein, Landau-Lifshits Vol.1, Moretti
3 Simmetrie e leggi di conservazione, Teorema di Noether.	App. docente, Strumia (Compl. Mecc. Anal.), Goldstein, Landau-Lifshits Vol.1, Moretti
4 Problema dei due corpi.	App. docente, Goldstein, Landau-Lifshits Vol.1,
5 Equazioni di Hamilton.	App. docente, Strumia (Compl. Mecc. Anal.), Goldstein, Landau-Lifshits Vol.1, Moretti
6 Trasformazioni canoniche	App. docente, Strumia (Compl. Mecc. Anal.), Goldstein, Landau-Lifshits Vol.1, Moretti
7 Teoria di Hamilton-Jacobi	App. docente, Strumia (Compl. Mecc. Anal.), Goldstein, Landau-Lifshits Vol.1, Moretti
8 Parentesi di Poisson	App. docente, Strumia (Compl. Mecc. Anal.), Goldstein,
9 Principi variazionali in teoria dei campi elettomagnetici	App. docente, Goldstein, Landau-Lifshits Vol.2

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Non verrà espletata alcuna prova in itinere.

La verifica della preparazione viene effettuata soltanto mediante esami orali, che si svolgono durante i periodi previsti nei calendari accademici del Dipartimento, in date (appelli d'esame) pubblicate nel Calendario annuale delle sessioni d'esame (o Calendario degli esami).

La verifica dell'apprendimento potrà essere effettuata anche per via telematica, qualora le condizioni lo dovessero richiedere.

Nei criteri adottati per la valutazione della prova orale si valuterà:

- 1) la pertinenza delle risposte rispetto alle domande formulate,
- 2) il livello di approfondimento dei contenuti esposti,
- 3) la capacità di collegamento con altri temi oggetto del programma e con argomenti già acquisiti in corsi di anni precedenti, la capacità di riportare esempi,
- 4) la proprietà di linguaggio e la chiarezza espositiva.

ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI

<https://www.dmi.unict.it/trovato/PDF%20Fisica%20Matematica%20II%20AA%202020-2021.html>
