



METODI MATEMATICI APPLICATI ALLA FISICA

FIS/01 - 6 CFU - 1° semestre

Docenti titolari dell'insegnamento

VITO CLAUDIO LATORA

Email: latora@ct.infn.it

Edificio / Indirizzo: DFA 327

Telefono: 5384

Orario ricevimento: Lunedì 11-12

SALVATORE PLUMARI

Email: salvatore.plumari@dfa.unict.it

Edificio / Indirizzo: Ufficio 215 - Dipartimento di Fisica e Astronomia / Via Santa Sofia 64, Catania

Telefono: +39 095 378 5399

Orario ricevimento: Lunedì dalle 15:00 alle 17:00 e Mercoledì dalle 15:00 alle 17:00. Si consiglia di contattare il docente in anticipo per verificare che impegni istituzionali o personali non lo costringano a spostare il ricevimento.

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire le adeguate conoscenze ed abilità nel campo dei metodi matematici applicati alla fisica, come strumento per il trattamento e la modellazione di problemi di natura geofisica.

Più specificatamente, lo studente avrà acquisito al termine del corso la capacità di ragionamento induttivo e deduttivo, sarà in grado di schematizzare un fenomeno in termini di grandezze fisiche, sarà in grado di affrontare criticamente gli argomenti studiati, di impostare un problema e risolverlo con metodi analitici curandone, con il dovuto rigore, sia gli aspetti matematici che fisici. Lo studente applicherà il metodo scientifico allo studio di fenomeni naturali e sarà in grado di valutare criticamente analogie e differenze tra sistemi fisici e le metodologie da utilizzare. Egli sarà, inoltre, in grado di utilizzare gli strumenti matematici appropriati, con il dovuto rigore, nella modellazione di problemi di natura geofisica.

In riferimento ai temi trattati nell'insegnamento, il corso promuoverà le seguenti competenze:

- Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding). Capacità di ragionamento induttivo e deduttivo. Capacità di impostare un problema semplice utilizzando opportune relazioni fra grandezze fisiche (di tipo algebrico, integrale o differenziale) e di risolverlo con metodi analitici.
- Capacità di applicare conoscenza e comprensione (applying knowledge and understanding). Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la descrizione dei fenomeni fisici utilizzando con rigore il metodo scientifico.

- Autonomia di giudizio (making judgements). Capacità di ragionamento critico. Capacità di individuare i metodi più appropriati per analizzare criticamente i dati di un problema.

- Abilità comunicative (communication skills). Capacità di esporre oralmente, con proprietà di linguaggio e rigore terminologico, un argomento scientifico.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali corredate da esercitazioni.

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.

PREREQUISITI RICHIESTI

Conoscenze di base di meccanica, gravitazione, onde elastiche, elettromagnetismo e di calcolo differenziale per le funzioni di una sola variabile

FREQUENZA LEZIONI

Obbligatoria

CONTENUTI DEL CORSO

Calcolo differenziale ed integrale per funzioni di più variabili

Funzioni di più variabili: limiti e continuità - Calcolo differenziale per funzioni di più variabili: derivata parziale e direzionale - differenziale e funzioni differenziabili - derivate di ordine superiore e lemma di Schwartz - operatori differenziali: gradiente, divergenza, rotore, laplaciano - funzioni implicite - estremi liberi e vincolati di una funzione di più variabili - Calcolo integrale per funzioni di una sola variabile: misura di Peano-Jordan e *misura di Lebesgue* - integrale di Riemann - integrale indefinito - teorema fondamentale del calcolo integrale - integrali impropri. Calcolo integrale per funzioni di più variabili: integrali doppi e tripli - cambiamento di variabili - Formule di riduzione - Integrali dipendenti da un parametro: regola di Leibniz. *Cenni sugli integrali di linea e di superficie: forme differenziali lineari e quadratiche - teorema della divergenza - teorema di Stokes - identità di Green.*

Serie numeriche e serie di funzioni

Serie numeriche - teoremi generali sulle serie numeriche - vari esempi di serie - criteri di convergenza delle serie a termini positivi - serie a segni alterni e criterio di Leibnitz - serie assolutamente convergenti. Serie di funzioni - convergenza puntuale ed uniforme - serie di Taylor e di Mac Laurin - sviluppo di Mac Laurin di alcune funzioni elementari - serie di potenze. Sviluppo in multipoli di potenziali del tipo newtoniani - Polinomi di Legendre.

Elementi di analisi di Fourier

Serie di Fourier – convergenza della serie di Fourier – teorema di unicità – Esempi ed applicazioni delle serie di Fourier – trasformata e sue proprietà fondamentali - *trasformata di convoluzione di funzioni* – trasformata di Laplace come caso speciale della trasformata di Fourier – Alcune trasformate di Fourier e di Laplace notevoli.

Equazioni differenziali ordinarie (ODE)

Generalità sulle equazioni differenziali – il problema di Cauchy – equazioni differenziali del primo ordine – equazioni differenziali del primo ordine a variabili separabili – teorema di Cauchy sull'esistenza ed unicità della soluzione – equazioni lineari del primo ordine e del secondo ordine – applicazioni alla fisica: oscillazioni libere, smorzate e forzate.

Equazioni fondamentali della teoria dell'elasticità

Forze di volume e di superficie – Gli sforzi e le deformazioni: i moduli elastici – tensore degli sforzi – tensore di deformazione dei solidi – relazione tra gli sforzi e le deformazioni: la legge di Hooke – l'equazione del moto dei solidi elastici – Onde longitudinali e trasversali nei solidi – *Onde nei fluidi*.

Equazioni differenziali alle derivate parziali (PDE)

Generalità sulle equazioni differenziali alle derivate parziali – PDE lineari del secondo ordine e loro classificazione - Equazione di Laplace e di Poisson: teorema di unicità – *Formula di Green* - Funzioni armoniche e loro proprietà – Il teorema del valor medio - - Potenziale di masse estese nello spazio. Equazione d'onda: soluzione di D'Alembert - equazione delle corde vibranti: corda infinita e finita - metodo di Fourier. Equazione del calore: soluzione principale- *la soluzione del problema di Cauchy* - Sbarra illimitata e limitata - *Soluzione mediante la trasformata di Laplace* – *Metodi numerici per la soluzione delle PDE*.

Gli argomenti in *corsivo* rientrano nella trattazione come approfondimenti opzionali.

TESTI DI RIFERIMENTO

- A. Avantaggiati Istituzioni di Matematica, C.E.A.
- M. Bramanti, C.D. Pagani, S. Salsa, Analisi Matematica Vol. 1 e 2, Zanichelli
- Guido Cosenza: Metodi matematici della fisica, Bollati Boringhieri
- Giampaolo Cicogna: Metodi matematici della fisica, Springer

ALTRO MATERIALE DIDATTICO

Non presente.

PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

1 tutto il programma svolto

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

La valutazione prevede un colloquio su argomenti del corso, eventualmente preceduto da una prova scritta. Sarà posta particolare attenzione all'esame dei metodi per la soluzione di problemi di natura geofisica; Le competenze acquisite sono considerate sufficienti se lo studente dimostra di aver acquisito una ragionevole padronanza dei metodi matematici necessari per il trattamento di problemi di natura geofisica riuscendo ad identificare anche il migliore strumento matematico attraverso cui possono essere modellizzati. Il voto finale viene stabilito dalla commissione sulla base del grado di raggiungimento degli obiettivi formativi fissati. Il voto massimo è attribuito allo studente che abbia dimostrato completa padronanza dei contenuti disciplinari.

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

ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI

Le domande verteranno sul programma effettivamente svolto.
