



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DEPARTMENT	Fisica e Chimica - Emilio Segrè		
ACADEMIC YEAR	2015/2016		
BACHELOR'S DEGREE (BSC)	PHYSICS		
INTEGRATED COURSE	MATHEMATICAL AND NUMERICAL METHODS FOR PHYSICS		
CODE	16459		
MODULES	Yes		
NUMBER OF MODULES	2		
SCIENTIFIC SECTOR(S)	MAT/07		
HEAD PROFESSOR(S)	REALE FABIO	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
OTHER PROFESSOR(S)	REALE FABIO FIORDILINO EMILIO	Professore Ordinario Cultore della Materia	Univ. di PALERMO Univ. di PALERMO
CREDITS	9		
PROPAEDEUTICAL SUBJECTS			
MUTUALIZATION			
YEAR	3		
TERM (SEMESTER)	Annual		
ATTENDANCE	Not mandatory		
EVALUATION	Out of 30		
TEACHER OFFICE HOURS	<p>FIORDILINO EMILIO Monday 13:00 14:00 Stanza di studio personale al secondo piano della sede di Via Archirafi 36 Thursday 13:00 14:00 Stanza di studio personale al secondo piano della sede di Via Archirafi 36</p> <p>REALE FABIO Tuesday 12:30 14:30 Ufficio, Via Archirafi 36 Thursday 12:30 14:30 Ufficio, Via Archirafi 36</p>		

DOCENTE: Prof. FABIO REALE

PREREQUISITES	
LEARNING OUTCOMES	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: Competenza e padronanza base sugli argomenti di analisi numerica. Conoscenza e abilità nell'applicazione a problemi fisici degli strumenti analitici sviluppati.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Progettazione, implementazione e testing di algoritmi numerici in programmi in linguaggio C. Valutazione degli ambiti di validità dei metodi e degli errori numerici. Creazione e applicazione di modelli matematici semplici a problemi fisici con particolare cura alla correttezza del procedimento e della soluzione.</p> <p>Autonomia di giudizio: Acquisizione di strumenti di valutazione oggettiva dei programmi attraverso test di validazione. Valutazione e selezione di diverse soluzioni numeriche secondo il problema da affrontare. Valutazione ragionata del metodo di approccio ai problemi matematici.</p> <p>Abilità comunicative: Acquisizione di abilità di presentazione attraverso risposte per esteso a quesiti specifici formulati nel corso delle prove in itinere. Esposizione chiara e fondata del problema da risolvere, delle ipotesi formulate e del metodo seguito nella soluzione.</p> <p>Capacità d'apprendimento: Capacità di applicare i concetti di informatica nell'implementazione pratica di algoritmi e i concetti matematici nella soluzione elegante dei problemi.</p>
ASSESSMENT METHODS	<p>Prova scritta con test a risposte multiple e aperte. Esercitazioni di laboratorio con valutazione.</p> <p>Orale</p>
TEACHING METHODS	<p>Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio di informatica.</p>

MODULE
MATHEMATICAL METHODS FOR PHYSICS

Prof. EMILIO FIORDILINO

SUGGESTED BIBLIOGRAPHY

- P. Dennery, A. Krzywicki: Mathematics for Physicists, Dover
- K. F. Riley, M. P. Hobson, S. J. Bence: Mathematical methods for physics and engineering, (Cambridge)
- G. Arfken: Mathematical methods for physicists, Academic press
- S. Gradshteyn, I. M. Ryzhik: Table of integrals, series and Products, Academic Press
- M. Abramowitz, I. A. Stegun: Handbook of mathematical functions (Dover).

AMBIT	10699-Attività formative affini o integrative
INDIVIDUAL STUDY (Hrs)	64
COURSE ACTIVITY (Hrs)	36

EDUCATIONAL OBJECTIVES OF THE MODULE

Lo scopo del modulo è di fornire allo studente le competenze e conoscenze che lo rendano in grado di affrontare autonomamente i principali problemi dell'analisi teorica e, conseguentemente, numerica applicati alla Fisica. Uno degli scopi dichiarati del corso è la ricerca della soluzione completa dei problemi matematici incontrati e della sua discussione fisica. Il corso consiste di lezioni teoriche e di una serie di esercitazioni nelle quali gli studenti risolvono problemi matematici tipici che si incontrano nella fisica.

SYLLABUS

Hrs	Frontal teaching
2	Introduzione e soluzione di un problema classico in modo avanzato: il pendolo semplice e suo moto nel caso di grandi oscillazioni; gli integrali ellittici di prima e seconda specie: forma di Legendre e di Jacobi. Necessità delle funzioni speciali
5	Funzioni a più valori; punti e tagli di diramazione; integrazione complessa; integrazione di funzioni a più valori. Continuazione analitica. Mapping conforme.
4	Spazi vettoriali a dimensione infinita; teoria della misura, misura secondo Lebesgue; spazio di funzioni a quadrato integrabile.
4	Teoria dei polinomi ortogonali classici; trasformate di Fourier.
5	Equazioni differenziali rilevanti per la fisica: equazione d'onda e del trasporto. Separazione delle variabili. Coordinate circolari. Soluzione per serie delle equazioni differenziali ordinarie. Funzioni di Bessel
4	Introduzione alla teoria dei gruppi: gruppi di Lie, gruppi $SO(3)$, $SU(2)$.
Hrs	Practice
4	integrazione nel piano complesso di funzioni analitiche e a più valori. Continuazione analitica. Mapping conforme.
3	Trasformate di Fourier. Sviluppo di funzioni in serie di polinomi ortogonali classici.
5	Soluzioni di equazioni differenziali rilevanti. Funzioni di Bessel. Separazione delle variabili.

**MODULE
NUMERICAL METHODS FOR PHYSICS**

Prof. FABIO REALE

SUGGESTED BIBLIOGRAPHY

- J. Murphy, D. Ridout, B. McShane, Numerical Analysis, Algorithms, and Computation, Ellis Horwood, 1988.
- P.R. Bevington, D.K. Robinson, Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences, McGraw-Hill, 1992.
- A. Rea, An Introduction to Parallel Computing, The Queen's University of Belfast, 1995.

AMBIT	10699-Attività formative affini o integrative
INDIVIDUAL STUDY (Hrs)	73
COURSE ACTIVITY (Hrs)	52

EDUCATIONAL OBJECTIVES OF THE MODULE

Lo scopo del modulo è di fornire allo studente le competenze e conoscenze che lo rendano in grado di affrontare autonomamente i principali problemi dell'analisi numerica applicati alla Fisica. Il modulo consiste di un ciclo di lezioni teoriche e di una serie di esercitazioni pratiche al computer, nelle quali gli studenti risolvono un problema numerico attraverso lo sviluppo ed esecuzione di un programma e l'analisi dei risultati ottenuti. Le esercitazioni di laboratorio, svolte in itinere, sono valutate ai fini della prova d'esame.

SYLLABUS

Hrs	Frontal teaching
1	Introduzione: Rappresentazione numerica ed errori di troncamento.
3	Equazioni non-lineari: Metodi iterativi semplici: funzioni generatrici di sequenza, test di convergenza. Tasso di convergenza. Metodo di bisezione. Metodo di Newton-Raphson.
4	Interpolazione: Notazioni e operatori alle differenze. Formule alle differenze finite.
3	Integrazione numerica: formule alla Newton-Cotes e composite. Regola del trapezio. Regola di Simpson. Integrazioni aperte.
4	Equazioni differenziali: Generalità: Problemi al valore iniziale. Metodi a passo multiplo predictor-corrector. Metodi di partenza. Precisione dei metodi a passo multiplo: errore di troncamento, convergenza, stabilità. Metodi a passo singolo di Runge-Kutta
4	Sistemi di equazioni lineari: Metodo di sostituzione. Metodo di eliminazione di Gauss. Pivoting. Metodo di fattorizzazione LU Metodi iterativi.
3	Metodi Monte Carlo: Concetto di simulazione. Numeri Random e Pseudo-random. Metodo di trasformazione. Metodo della look-up table. Metodo del rigetto. Metodi per distribuzioni gaussiane: Metodo delle medie, Metodo di Box-Mueller. Metodi per distribuzioni di Poisson ed esponenziali.
2	Cenni su Calcolo parallelo: Il concetto. Approcci: farming, pipelining, decomposition. Memoria condivisa o distribuita. Speedup, efficienza, tempi di comunicazione. Cenni parallelizzazione di programmi: message passing (MPI).
Hrs	Practice
2	Equazioni non-lineari: Esempi e programmi.
2	Interpolazione: Esempi e programmi.
2	Integrazione numerica: Esempi e programmi.
2	Equazioni differenziali: Esempi e programmi.
2	Sistemi di equazioni lineari: Esempi e programmi.
2	Metodi Monte Carlo: Esempi e programmi.
Hrs	Workshops
3	Equazioni non-lineari: Esercitazione in laboratorio.
3	Integrazione numerica: Esercitazione in laboratorio.
3	Equazioni differenziali: Esercitazione in laboratorio.
4	Sistemi di equazioni lineari: Esercitazione in laboratorio.
3	Metodi Monte Carlo: Esercitazione in laboratorio.