

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI
CORSO DI LAUREA IN FISICA

Programma del corso di Esperimentazione Fisica III A (I modulo - Codice: 60556)
(Marco Budinich, A.A. 2000 - 2001)

Mathematica - Il programma Mathematica: variabili con valori numerici e simbolici, grafici di funzioni a una e più variabili, calcoli numerici e simbolici, funzioni e loro definizione (sia differita che immediata). Raccolta ed analisi di dati sperimentali, matrici di dati e loro manipolazione. Soluzione simbolica e numerica di equazioni differenziali. Assegnazioni e sostituzioni, funzioni utili per la programmazione (If, For, Block). Cenni al controllo della precisione numerica nei calcoli. Animazione di grafici applicata al doppio pendolo.

Linguaggio C - Struttura elementare del linguaggio C: costanti, variabili locali e globali, dichiarazioni e inizializzazioni, operatori numerici e logici, espressioni, funzioni, funzioni ricorsive e principio di funzionamento, istruzioni di branch e di loop, array uni & multidimensionali, puntatori, vettori di puntatori e loro applicazione per la memorizzazione di matrici, confronto con la memorizzazione tradizionale, puntatori a funzioni. Allocazione statica e dinamica della memoria. Semplice input/output da terminale e su file.

Equazioni differenziali- Equazioni differenziali ordinarie lineari: soluzioni fondamentali dell'omogenea associata, integrali particolari con il metodo del Wronskiano. Equazioni differenziali ordinarie lineari del secondo ordine a coefficienti costanti. Applicazioni all'oscillatore armonico smorzato con forza esterna sinusoidale e impulsiva (di Dirac). Linearità dell'equazione e soluzione di casi in cui la forza esterna sia sviluppabile in serie di Fourier, caso dell'onda quadra.

Algoritmi e metodi numerici - Errori numerici di troncamento e arrotondamento: esempio di calcolo delle soluzioni di un'equazione di secondo grado. Cenni all'implementazione dell'aritmetica a precisione arbitraria. Metodi di Eulero e di Runge-Kutta per l'integrazione numerica di equazioni differenziali ordinarie; scrittura di un semplice programma in C per usare questi metodi con l'equazione dell'oscillatore armonico smorzato e forzato con vari tipi di forze esterne: nulla (oscillatore libero), periodica (oscillatore forzato) ed impulsiva con discussione della relativa trattazione numerica. Metodo di Runge-Kutta a passo variabile ed errore controllato. Cenni ad altri metodi per l'integrazione numerica di equazioni differenziali ordinarie. Funzione ODEint (tratta dal libro Numerical Recipes) e sua applicazione al caso di equazioni dell'oscillatore armonico forzato e del doppio pendolo. Cenni ai diversi metodi di controllo dell'errore.

Esperienze svolte in laboratorio

1. Uso del programma Mathematica, primi esempi di calcoli numerici e simbolici, grafici di funzioni ad una e due variabili.
2. Programmazione in C: stesura di semplici programmi per conti numerici (tabulazione della funzione seno), uso dell'ambiente di sviluppo CodeWarrior ed esecuzione sotto 'debugger'.
3. Tabulazione di una funzione da un programma in C e suo display con Mathematica; confronto dei risultati ottenuti con quelli più precisi ottenibili con Mathematica, discussione degli errori numerici commessi dal programma in C.
4. Scrittura di un programma in C per la soluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie con i metodi di Eulero e di Runge-Kutta. Confronto dei risultati con la soluzione esatta; studio degli errori numerici e della loro dipendenza dal passo.
5. Scrittura di un programma in C per la soluzione numerica, con il metodo di Eulero, di equazioni differenziali ordinarie di secondo grado a coefficienti costanti. Confronto dei risultati con la soluzione esatta calcolata con Mathematica (soluzione generale dell'oscillatore armonico smorzato e forzato).

6. Scrittura di una funzione C per implementare i metodi di Eulero e di Runge Kutta con l'uso di un puntatore a funzione. Applicazione all'oscillatore armonico smorzato con forza sinusoidale e impulsiva (delta di Dirac). Confronto dei risultati con la soluzione analitica esatta calcolata con Mathematica.
7. Equazione differenziale dell'oscillatore armonico smorzato soggetto ad una forza "ad onda quadra" mediante sviluppo in serie discreta di Fourier con Mathematica e confronto con le soluzioni numeriche.
8. Uso della routine di libreria in C Odeint per la soluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie con passo variabile e errore predeterminato. Applicazione al caso del pendolo doppio. Generazione di un 'animazione' della soluzione numerica con l'ausilio di Mathematica.

Alcuni esercizi "per casa"

- Programmazione in C: calcolo del fattoriale e dei coefficienti binomiali con funzioni ricorsive.
- Controllo dell'errore di arrotondamento dell'ultimo bit in una variabile floating point.
- Applicazione di Odeint al caso dell'onda quadra e della Delta di Dirac.

Testi consigliati

Kernigham B.W. & Ritchie D.M.

The C Programming Language

Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ USA 1998, second edition, pp. xii 272

Collocazione biblioteca Dipartimento di Fisica: I - 288

Press William H., Flannery Brian P., Teukolsky Saul A. & Vetterling William T.

Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing

Cambridge University Press, Cambridge 1988/9/92, second edition, pp. xxvi 994

Collocazione biblioteca Dipartimento di Fisica: I - 296

Wolfram Stephen

The Mathematica Book

Cambridge fourth edition

Saff E.B. & Snider A.D.

Fundamentals of Complex Analysis for Mathematics Science and Engineering

Prentice Hall, NJ USA 1993, second edition, pp. xii 468

Collocazione biblioteca Dipartimento di Fisica: I - 389

Date delle sessioni ufficiali d'esame

Esperim. III A I modulo	13 aprile 2001	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	20 giugno 2001	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	3 luglio 2001	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	6 settembre 2001	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	30 novembre 2001	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	20 marzo 2002	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	19 aprile 2002	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	20 giugno 2002	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	11 luglio 2002	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	6 settembre 2002	9:30 c/o Dipartimento di Fisica
Esperim. III A I modulo	2 dicembre 2002	9:30 c/o Dipartimento di Fisica