
计算物理基础

Introduction to Computational Physics

【课程编号】0214001010

【学 分 数】3 学分

【学 时 数】64 学时

【授课教师】赵虎、梁颖

【课程类别】学科基础课

【适用专业】物理学

【开设学期】第 4 学期

一、教学目标

结合科学计算在理论物理教学(如理论力学, 数学物理方法等)及科研领域中的应用(如非线性物理中的应用), 以数学软件 MATLAB 为编程工具, 学习数值计算, 模拟和仿真的基本技能, 培养学生用科学计算来分析和处理物理问题的能力, 同时也提高理论物理课程的教学效果, 为学生将来从事理论计算和实验模拟工作打下必备的基础。

二、教学内容和学时分配

学习的内容包括数值微积分, 线性与非线性方程求根, 解常微分与偏微分方程, 快速傅里叶变换, 蒙特卡洛方法, 分子动力学, 符号运算, 将计算结果可视化, 设计图形用户界面, 并介绍了 MATLAB 与其它语言的接口程序。

(一) 第一章 Matlab 简介 8 学时

主要内容: Matlab 的操作界面; 矩阵和算符的运算和使用; 基本编程、调试、输入和输出方法; 二维、三维作图及动画。

教学要求: 掌握 Matlab 的常用操作界面; 熟练使用矩阵和算符进行运算; 了解 Matlab 中的各种内部函数调用以及程序编辑器的用法; 掌握基本的输入、输出方法; 学会基本的二维、三维作图手段以及多媒体动画制作方法。

重点、难点: Matlab 的输入特点、矩阵中元素的存储方式和运算特点。

(二) 第二章 迭代一分形图形 4 学时

主要内容: 实现迭代的方法; 迭代与分形; 复变函数迭代。

教学要求: 通过实例认识编程能力的重要性; 掌握利用 Matlab 的矢量化编程手段实现

程序中迭代计算的目的；了解不同编程方法对程序可读性以及运行时间的影响；掌握程序的基本优化方法；学习复变函数的迭代方法。

重点、难点：迭代的技巧；利用分形的自相似进行编程。

其它教学环节：分形简介；Logistic 模型与分岔。

（三）第三章 数值微分与数值积分 4 学时

主要内容：数值微分与数值积分；Matlab 指令；环形电流的磁场—物理场的可视化。

教学要求：学习符号工具箱中的微积分运算指令；了解数值微分和积分的基本算法；掌握 Matlab 中和数值微、积分相关的指令；学习矢量作图技巧并结合数值积分结果模拟矢量物理场。

重点、难点：Matlab 中微积分算符的应用；矢量场的作图。

其它教学环节：阅读数学物理方程的 Matlab 解法和可视化。

（四）第四章 数据处理 4 学时

主要内容：插值与拟合；解非线性方程；快速傅里叶变换。

教学要求：了解插值和拟合的基本方法；掌握 Matlab 中插值和拟合的基本指令；学习插值和拟合的基本算法；了解非线性方程的几种解法；掌握 Matlab 的解方程语句；学习离散傅里叶变换；掌握 Matlab 的快速傅里叶变换和逆变换指令。

重点、难点：各种插值方法的灵活运用；Matlab 解方程指令的特点；傅里叶变换的意义。

其它教学环节：阅读快速傅里叶变换的算法。

（五）第五章 解常微分方程 6 学时

主要内容：用 Matlab 解常微分方程；龙格-库塔法；单摆—从周期运动到混沌；倒摆与杜芬方程。

教学要求：掌握微分方程函数文件的编写方法；学习应用解微分方程的几种基本方法和语句；学习龙格-库塔算法和编程；学习和体会利用求解微分方程来描述单摆和倒摆的运动。

重点、难点：编写表示微分方程的函数文件；根据方程类型灵活选取解微分方程的指令；龙格-库塔法的基本思想；相图与截面图的画法；事件开关函数的用法；倒摆的运动模拟。

其它教学环节：变步长龙格-库塔法；常微分方程组的初值问题。

（六）第六章 Matlab 深入介绍 6 学时

主要内容：偏微分方程的工具箱；特殊函数；制作图形用户界面。

教学要求：掌握 Matlab 偏微分方程的工具箱的基本用法；掌握使用该工具箱解决比较

简单的偏微分方程物理问题：比如热传导问题、波动问题等，并给出图形解；掌握 Matlab 中的特殊函数调用方法；了解 Matlab 中图形用户界面的简单用法。

重点、难点：偏微分方程的工具箱的熟练应用。

其它教学环节：调用 Maple 中的特殊函数。

三、教材与学习资源

教材：

彭芳麟自编十一五教材，高等教育出版社.

参考资料：

[1] 彭芳麟. 理论力学计算机模拟. 北京:清华大学出版社, 2002.

[2] 张志涌. MATLAB 教程. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.

四、先修课要求

学习过计算机基础知识。

五、考核方式

平时成绩 60% ， 期末 40%。