

# 《计算物理实践》作业题

## 一. 简单物理实验的模拟及实验数据处理

- 1、采用影片动画手段，表现规则金属波导内的“行波”运动和“驻波”运动，分析其场结构特点。
- 2、编写单摆运动演示程序。在不考虑空气阻力和 $\theta$ 很小的假设下，单位质量小球做理想简谐运动，此时 $\theta = \theta_0 \cos\left(t\sqrt{\frac{g}{L}}\right)$ 。

想简谐运动，此时 $\theta = \theta_0 \cos\left(t\sqrt{\frac{g}{L}}\right)$ 。

- 3、双缝干涉实验模拟。光波长 500nm，光缝距离  $d=2.0\text{mm}$ ，光栅到屏幕距离  $z=1.0\text{m}$
- 4、设给某元件加 [1, 2, 3, 4, 5]V 电压，测得的电流为 [0.2339, 0.3812, 0.5759, 0.8153, 0.9742]mA，试用最小二乘法线性拟合求此元件的电阻。
- 5、编程实现史密斯阻抗圆图的可视化，鼠标移动显示圆图上点的各项数据。
- 6、编程画出对称振子天线的方向图，并对各天线方向图特点进行说明。

## 二. 方程组的数值解法

- 1、二分法求解方程  $x^3+4x^2-10=0$  在区间 [1, 2] 内的根，精度自设。
- 2、用牛顿法解方程  $xe^x-1=0$ ，精度自设。

3、用下列两种方法解线性方程组，
$$\begin{cases} 10x_1 - x_2 = 9 \\ -x_1 + 10x_2 - 2x_3 = 7 \\ -2x_2 + 10x_3 = 6 \end{cases}$$
，设  $x(0)=0$ ，精度自设。

(1) Jacobi 方法。(2) Gauss\_Seidel(G—S)方法。

- 4、用逐次超松弛迭代法(SOR)法求解第 8 题，试取不同的松弛因子，并比较结果。

## 三. 静电场问题的计算(注意：未做特别说明的都要将计算结果图形化)

- 1、设截面为矩形的无限长槽由三块接地导体板构成，如图 3-1 所示，槽的盖板接直流电压 100V，求矩形槽内的电位，结果与分离变量法计算结果进行图示比较。
- 2、长直接地金属槽，如图 3-2 所示，其侧壁和底面电位为零，顶盖电位为  $\varphi = 100 \sin \pi x$ ，求槽内电位，并绘出电位分布图。
- 3、设两个同轴矩形金属槽如图 3-3 所示，外金属槽电位为 0，内金属槽电位为 100V，求槽内电位分布，并绘出电位分布图。
- 4、如图 3-4 所示，边长为 b 的正六边形二维场域内无电荷分布，但六条边上的电位依次为 1V, -1V, 1V, -1V, 1V, -1V，试求场域内的电位分布(绘图)。

## 四. 热传导方程和波动方程的差分法

1、求热传导方程混合问题：
$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(x, 0) = 4x(1-x) & 0 \leq x \leq 1 \\ u(0, t) = 0, u(1, t) = 0 & t \geq 0 \end{cases}$$
 的数值解，并与

分离变量法求解结果进行图示比较(分离变量法推导过程自己完成，作业上不需要出现，直接给出结果画图即可，可将此结果和数值法的结果画在一个图上比较)。

$$2、\text{求热传导方程混合问题:} \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(x, 0) = x^2 & 0 \leq x \leq 1 \\ u(0, t) = 0, u(1, t) = 1 & t \geq 0 \end{cases} \quad \text{的数值解, 其中 } N、$$

$h、k$  值等参数自取 (将计算结果图形化)。

$$3、\text{求有限空间内的热传导问题:} \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} & \text{的数值解, 边界条件如教材中图} \\ u(x, y, 0) = xy \end{cases}$$

9.2 所示, 其他参数自取, 将计算结果图形化。

4、分别用两种差分格式计算波动方程混合问题: (将计算结果图形化)

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} & 0 < x < 1, t > 0 \\ y(x, 0) = \sin(\pi x), \frac{\partial y(x, 0)}{\partial t} = x(1-x) & 0 \leq x \leq 1 \\ y(0, t) = 0, y(1, t) = 0 & t \geq 0 \end{cases}$$

## 五. 蒙特卡罗方法的了解

1、一球体半径  $R=0.5\text{m}$ , 球上有一个半径  $r=0.3\text{m}$  的圆柱形空洞, 其轴线与球直径重合。设球体的密度  $\rho=1\text{kg/m}^3$ , 试用 M—C 方法求实体的体积。

**说明:** (1)作业重点考察数值分析推导过程和图像可视化的效果, 编程语言自选(推荐 Matlab, 数学实验学过, 画图命令丰富), 源代码附在作业后面附录部分(要有详细的程序说明)

(2)凡涉及题目中没有给出具体参数的, 比如给出边界长度为字母常量的, 编程时可自选数字参数, 有参数的也可以修改为方便你编程或者能得出结果更优的参数。

● 附图：

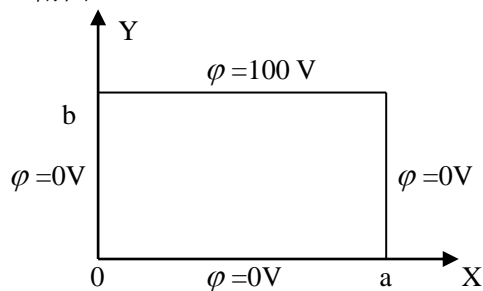


图 3-1 题三-1 图

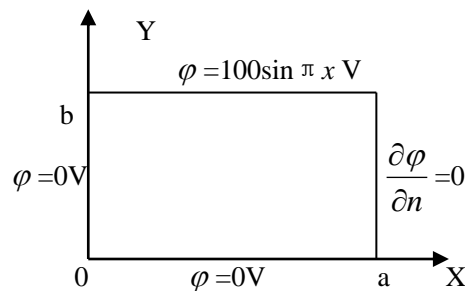


图 3-2 题三-2 图

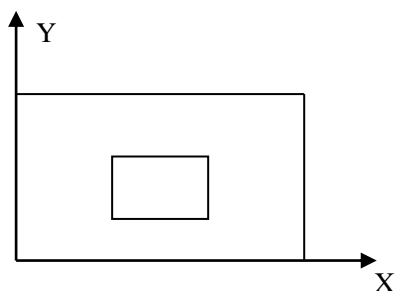


图 3-3 题三-3 图

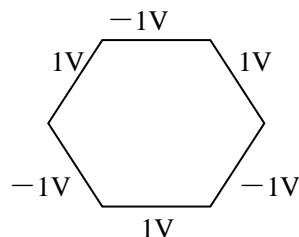


图 3-4 题三-4 图

● 参考资料：

- [1] 计算物理学，哈尔滨工业大学出版社，程锺贤编著
- [2] 数值分析，华中科技大学出版社，李庆杨等编著
- [3] 微波技术与天线，西安电子科技大学出版社，刘学观等编著
- [4] 电磁场数值计算与 MATLAB 实现，华中科技大学出版社，何红雨等编著

● 作业完成要求：

- 7、第一～四大题属必选题(必须选做)，第五大题属可选题。每大题项至少选做 1-2 小题，注意：每小选题人数要基本平均(选题时班长控制好每道题的选题人数，采取先选的同学优先定题，每小人数满后不能再选)。
- 8、报告中重点为解题的数值分析过程和图形图像的显示效果，然后编制程序求解结果和相关图表，并附上源程序，源程序的行代码后要有详细的代码说明。
- 9、作业交 word 文档打印稿及电子档、程序源代码(含代码的说明)。
- 10、作业上交：每个人将自己的 word 电子档、源程序装入一个以自己学号和姓名命名的文件夹，压缩打包交由班长和学委将整个班级集体打包于课程结束前发给老师，同时上交装订好的书面文档一份。(班长收作业时验收封面格式是否要求)

● 作业格式要求：

- 1、书面作业用 A4 纸打印，统一封面，不要改动，打印后手写填入学号姓名。
- 2、正文中文用宋体小四号字，行间距为 18 磅，英文用 Times New Roman 体小四号字，页码用小五号字。页眉标注为计算物理实践报告和自己的学号姓名，页脚标注第×页，封面不要页眉和页码。可参照《计算物理实践作业格式要求》。
- 3、报告内容包括：作业实例(物理问题描述、数值分析过程、结果数据或图表、结果讨论分析等)、小结（或结束语）、参考文献(除提供的外，可根据自己查阅的资料另补充)等。