

# 中山大学本科生期末考试

## 考试科目：《微分方程及数值解》（A卷）

学年学期：2024 - 2025 学年第 1 学期

开课单位：计算机学院

考试方式：闭卷

考试时长：120 分钟

任课老师：江颖

### 一、计算题（15 分）

求解波动方程的初值问题：

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 2t \cos(x) \\ u|_{t=0} = 0 \\ \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = 2 \cos(x) \end{cases}$$

### 二、计算题（15 分）

用分离变量法求解热传导方程的初边值问题：

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

### 三、计算题（共 10 分）

试求一函数  $u$ ，使其在半径为 1 的圆的内部是调和的，而且在圆周  $C$  上取下列的值：

$$u|_C = \sin(\varphi + \pi/4)$$

#### 四、证明题 (共 10 分)

设  $u(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(r)$  (其中  $r = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}$ ) 是  $n$  维调和函数 (即满足方程  $\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} + \dots + \frac{\partial^2 u}{\partial x_n^2} = 0$ ) , 试证明

$$f(r) = c_1 + \frac{c_2}{r^{n-2}} \quad (n \neq 2),$$
$$f(r) = c_1 + c_2 \ln \frac{1}{r} \quad (n = 2),$$

其中  $c_1, c_2$  为任意常数。

#### 五、计算题 (共 10 分)

用 Euler 法求解  $u' = 3tu$  ( $0 \leq t \leq 1$ ) ,  $u(0) = 1$  ,  $h = 0.1$  的前三步的数值解  $u_1$  ,  $u_2$  ,  $u_3$  。

#### 六、计算题 (共 10 分)

判断线性多步法  $u_{n+2} + 2u_{n+1} + u_n = \frac{h}{3}(f_{n+2} + f_{n+1})$  是否稳定。

#### 七、计算题 (共 15 分)

Ritz-Galerkin 法, 取  $n=2$  。

#### 八、计算题 (共 10 分)

最小值原理

附注：以上题目为个人考试回忆版本，题型与实际考试基本一致，但仍存在细节差异（如公式、数据等），特此说明。

更多内容请见：<https://github.com/iathongc/SYSU>