

中国海洋大学本科生课程大纲

课程名称	数学物理方程 Equations of Mathematical Physics	课程代码	075113201279
课程属性	专业知识	课时/学分	64 / 4
课程性质	选修	实践课时	
责任教师	方钟波	课外学时	128

课程属性：公共基础/通识教育/学科基础/专业知识/工作技能，**课程性质：**必修、选修

一、课程介绍

1. 课程描述：

《数学物理方程》主要指从物理学及其它各门自然科学（连续介质方程、电磁学、量子力学等）、技术科学（工程、控制论、优化理论等）中所产生的偏微分方程（也可能包括积分方程、微分积分方程等），它们反映了有关的未知变量关于时间的导数和关于空间变量的导数之间的制约关系。从建模（偏微分方程）的观点看，需观察、归纳、求解、讨论，且最后得到的解或解的性质需符合实际问题。尤其是将所得的结论与方法有普遍性，起到举一反三的效果。由此可知《数学物理方程》是数学与实际联系的重要桥梁。本课程针对三年级数学类专业选择应用数学模块及计算数学模块的学生开设，课程以线性偏微分方程理论为主要内容，重点讲授三类典型方程：波动方程、热传导方程、调和方程。通过本课程的学习，要求学生理解线性偏微分方程的基本概念及物理意义，掌握定解问题的导出、适定性和定性性质的分析技巧及求解方法，具有一定的综合应用能力和创新能力。

2. 设计思路：

本课程引导三年级数学与应用数学专业及信息与计算科学专业中选择应用数学模块及计算数学模块的学生通过线性偏微分方程模型来探讨和理解由实际问题诱发的自

然规律，培养学生的创新能力（包括发现问题能力、解决问题的能力、实际动手能力、表达能力等）、综合应用能力和可持续发展能力（包括学习能力、适应能力、协调能力、组织能力等）的发展途径。课程内容的选取基于学生“掌握了数学分析、常微分方程理论等”；课程内容包括四个模块：波动方程、热传导方程、调和方程及二阶线性偏微分方程的分类与总结。

波动方程是以波动（比如，弦振动、电磁波、声波等）为特征的经典双曲型方程为中心讨论定解问题的提法、解的适定性与定性性质的分析及求解，包括弦振动方程的定解问题、叠加原理及达朗贝尔公式、分离变量法、球平均函数法与降维法、能量积分法、解的衰减估计值等，其物理意义的理解和分析能力和求解能力的培养是重点，配有写作与报告及习题课讲义。

热传导方程是以扩散（比如，热扩散、空气扩散、污染物扩散等）为特征的经典抛物型方程为中心探讨定解问题的提法、解的适定性与定性性质的分析与求解，包括热传导及扩散方程的定解问题、分离变量法、傅里叶变换法、极值原理、解的渐进性质等，其物理意义的理解和分析能力和求解能力的培养是重点，配有写作与报告及习题课讲义。

调和方程是以稳态（动态问题中时间经过无限时间后的状态）为特征的经典的椭圆型方程为中心探究定解问题的提法、解的适定性与定性性质的分析与求解，包括调和方程的定解问题的提法、格林公式、特殊区域中格林函数、平均值定理、极值原理、调和函数的性质等，其物理意义的理解和分析能力和求解能力的培养是重点，配有写作与报告及习题课讲义。

二阶线性偏微分方程的分类与总结是讲述方程分类的依据和标准形式的转化方法及类别之间差异的分析，包括二阶线性偏微分方程的分类、特征理论、三类方程的性质的比较等，其类别之间物理意义差异理解和标准形式的转化是重点，配有自学环节。

3. 课程与其他课程的关系:

先修课程: 数学分析、高等代数、空间解析几何、普通物理、复变函数、常微分方程等;

并行课程: 泛函分析等;

后置课程: 微分几何、微分方程数值解法等。本课程与这两门课程等构成了数学专业中应用基础知识课程群, 内容和要求各有侧重、联系密切。

二、课程目标

本课程目标是为三年级数学类专业选择应用数学模块和计算数学模块的学生提供一个数学应用与实际联系的窗口, 引导并培养学生用数学语言和数学思维来描述和解决实际问题的能力, 增强综合应用能力和可持续发展能力, 提高团队合作意识。到课程结束时, 学生应能:

(1) 对实际生活中自然现象建立偏微分方程模型, 掌握模型解的适定性、求解方法及定性性质;

(2) 提高数学理论分析能力, 理解线性偏微分方程理论的基本概念、物理意义及求解方法, 达到能够进行简单应用;

(3) 针对实际问题开展小组讨论和研究(包括问题简化假设、建模、求解、结果分析等), 并通过小论文的写作与报告等措施, 激发学生的学习兴趣, 提高自学能力、提出问题能力、解决问题的能力, 并培养创新能力。

三、学习要求

要完成所有的课程任务, 学生必须:

(1) 按时上课, 上课认真听讲, 积极参与小组讨论。本课程将包含小论文的写作与报告等课外与课堂结合的活动, 课堂表现和出勤率是成绩考核的组成部分。

(2) 按时完成常规练习作业。这些作业要求学生按书面形式提交, 只有按时提交作业, 才能掌握课程所要求的内容。延期提交作业需要提前得到任课教师的许可。

(3) 本课程配有课外习题课讲授, 使学生加深对课程内容的理解, 解决解题难入手等问题。

四、参考教材与主要参考书

1、选用教材：

《数学物理方程》（第三版），谷超豪、陈恕行、李大潜等编，高等教育出版社，2012年7月出版。

2、主要参考书：

[1] 《数学物理方程》第三版 教材学习指导，谷超豪、陈恕行等编，高等教育出版社，2012年7月出版。

[2] 《数学物理方法》，顾樵编，科学出版社，2016年1月出版。

[3] 《数学物理方法学习指导》，姚端正编，科学出版社，2001年出版。

[4] 《数学物理题解》，布达克编，高等教育出版社，电子版。

五、进度安排

序号	专题	主题	计划课时	讲授内容概述	实验实践内容
1	波动方程	什么是偏微分方程？波动方程导出	2	偏微分方程的发展历史的简述；弦振动方程的导出；定解条件；定解问题适定性概念	
		定解问题的提法；叠加原理；	2	定解条件；定解问题适定性概念；叠加原理	
		一维柯西问题解法；解的物理意义	2	弦振动方程的达朗贝尔解；传播波	讨论小组的构建；布置第1次小论文作业；每隔一周上课外习题课讲义
		解的物理意义	2	依赖区间决定区域影响区域；齐次化原理	
		初边值问题解法；非齐次问题解法	2	分离变量法；解的物理意义；非齐次方程的情形；非齐次边界条件的情形	
		膜振动方程的导出	2	膜振动方程的导出；定解条件的提法	
		高维柯西问题解法	2	球平均法	

		高维柯西问题解法	2	降维法	
		非齐次波动方程柯西问题的解; 二维与三维波动现象的差异	2	非齐次波动方程柯西问题的解; 依赖区域决定区域影响区域; 惠更斯原理波的弥散	
		解的渐近行为	2	波动方程解的衰减	
		能量方法与分析; 初边值问题解的唯一性	2+2	振动的动能和位能; 初边值问题解的唯一性和稳定性	2 课时用于学生报告与评价
		解的唯一性与稳定性; 渐近性质	2	柯西问题的唯一性和稳定性; 初边值问题解的渐进性态	
		解的定性分析	2	柯西问题解的渐进性态	
2	热传导方程	热传导方程导出	2	热传导方程的导出; 定解问题的提法; 扩散方程	布置第 2 次小论文写作
		分离变量法	2	初边值问题的分离变量法-一个空间变量的情形	
		傅里叶变换	2	傅立叶变换及其性质	
		傅里叶变换; 柯西问题解法	2	热传导方程柯西问题的求解; 解的存在性	
		极值原理	2	极值原理	
		解的唯一性和稳定性	2	定解问题解的唯一性和稳定性	
3	调和方程	调和方程导出	2+2	方程的导出; 定解条件定解问题	2 课时用于学生报告与评价; 布置第 3 次小论文写作作业
		格林公式	2	格林公式	
		极值原理	2	平均值定理; 极值原理	
		解的唯一性和稳定性	2	第一边值问题解的唯一性和稳定性	
		格林函数及性质	2	格林函数及其性质	
		特殊区域上的格林函数	2	静电像法; 解的验证	
		调和函数的基本性质	2	调和函数的基本性质	

		强极值原理；解的唯一性	2+2	强极值原理；第二边值问题解的唯一性；用能量积分证明边值问题解的唯一性 注：教师适时可调整安排	2 课时用于学生报告与评价
4	二阶线性偏微分方程的分类与总结	方程的分类	2	两个自变量的方程；两个自变量的二阶线性方程的化简	
		方程的化简	2	两个自变量的二阶线性方程的化简；课程总结与答疑；学生阅读；课程总结	

六、成绩评定

(一) 考核方式 A ：A. 闭卷考试 B. 开卷考试 C. 论文 D. 考查 E. 其他

(二) 成绩综合评分体系：

成绩综合评分体系	比例%
1. 课下作业、课堂讨论及平常表现	20
2. 平时测验成绩（小论文的写作与报告）	30
3. 期末考试成绩	50
总计	100

附：作业和平时表现评分标准

1) 作业的评分标准

作业的评分标准	得分
1.严格按照作业要求并及时完成，基本概念清晰，解决问题的方案正确、合理，能提出不同的解决问题方案。	90-100 分
2.基本按照作业要求并及时完成，基本概念基本清晰，解决问题的方案基本正确、基本合理。	70-80 分
3.不能按照作业要求，未按时完成，基本概念不清晰，解决问题的方案基本不正确、基本不合理。	40-60 分
4.不能按照作业要求，未按时完成，基本概念不清晰，不能制定正确和合理解决问题的方案。	0-30 分

2) 课堂讨论及平时表现评分标准

课堂讨论、平常表现评分标准	得分
1.资料的查阅、知识熟练运用，积极参与讨论、能阐明自己的观点和想法，能与其他同学合作、交流，共同解决问题。	90-100分
2.基本做到资料的查阅、知识的运用，能参与讨论、能阐明自己的观点和想法，能与其他其他同学合作、交流，共同解决问题。	70-80分
3.做到一些资料的查阅和知识的运用，参与讨论一般、不能阐明自己的观点和想法，与其他同学合作、交流，共同解决问题的能力态度一般。	40-60分
4.不能做到资料的查阅和知识的运用，不积极参与讨论，不能与其他同学合作、交流，共同解决问题。	0-30分

3) 小论文要求标准

评价项目	评价标准 (A 级)	满分
论文 (设计) 质量	结构严谨，逻辑性强；文字表达准确流畅；条理清楚，重点突出；格式、图、表规范；具有一定的学术水平或实际价值	50
论文 (设计) 报告、讲解情况	概念清楚，思路清晰；表达准确，重点突出，详略得当；报告时间符合要求	20
答辩表现	思维敏捷，语言流畅，回答问题准确，有专业深度；仪态端庄，精神风貌好	30

七、学术诚信

学习成果不能造假，如考试作弊、盗取他人学习成果、一份报告用于不同的课程等，均属造假行为。他人的想法、说法和意见如不注明出处按盗用论处。本课程如有发现上述不良行为，将按学校有关规定取消本课程的学习成绩。

八、大纲审核

教学院长：

院学术委员会签章：

