

《物理学中的数学(一)》课程教学大纲

一、课程基本信息

课程中文(英文)名: 物理学中的数学(一)(Mathematics for Physics (I))

课程代码: 1021655006

总学时(理论学时+实践学时): 64(64+0)

学分: 4.0

课程性质: 学科平台课、必修

先修课程: 高等数学、线性代数

后续课程: 专业课程

适用专业: 物理学

开课学院: 物理与电子信息工程学院

开课学期: 每学年第1学期

二、课程教学目标及其对毕业要求的支撑

● 课程教学目标、达成途径与主要判据

本课程有两项教学目标,表1给出了各项教学目标的描述,以及每项教学目标的达成途径与主要判据。

表1 本课程教学目标、达成途径与主要判据

| 课程教学目标 | 达成途径与主要判据 |
|--|--|
| 目标1-初步掌握用于描述和建立物理学概念和理论的必要数学工具。 | 由课前的自主学习、课堂讲授与研讨、课后总结与练习等环节共同支撑,主要依据理论考试来评价。 |
| 目标2-理解几个典型数学物理方程的来源并能够掌握其解法,使学生稍具应用数学工具解决物理问题的能力,这包括将物理问题表述为相应的数学问题以及在物理观念指导下,运用所掌握的数学工具求解这数学问题,并对所得结果进行物理分析的能力。 | 由课前的自主学习、课堂讲授与研讨、课后总结与练习等环节共同支撑,主要依据理论考试来评价。 |

● 课程支撑的毕业要求和涉及的指标点

本课程教学对本专业毕业要求的支撑作用和涉及的指标点如表2所示。

表2 本课程支撑的毕业要求和涉及的指标点

| 支撑的毕业要求 | 涉及的指标点 | 对应的本课程教学 | 贡献度 |
|---------|--------|----------|-----|
|---------|--------|----------|-----|

| | | | |
|----------------|---|-----|---|
| | | 目标 | |
| 1. 知识标准：学科拓展知识 | 1.3.2 掌握物理中的数学方法知识：包括线性方程组与矩阵、矩阵运算、内积空间、傅里叶级数与积分、常微分方程和本征值问题、数理方程的导出、分离变量法等方面的知识。 | 1、2 | S |

三、课程内容和基本要求

表 3 教学内容与基本要求

| 章次 | 内容 | 细化的教学目标与要求 | 学时数 |
|-------|---------------------|---|-----|
| 第 0 章 | 1. 开设此课程的背景 | 能够通过对本课程的作用与教学目标、教学内容与特点、教学资源和考核评价方法的了解,建立对课程学习的基本认识和初步规划。 | 4 |
| | 2. 课程的性质与特点 | | |
| | 3. 课程的基本内容与组织 | | |
| | 4. 课程的教学要求 | | |
| | 5. 课程的教学资源 | | |
| | 6. 课程的考核与评价 | | |
| | 7. 复数及其运算 | | |
| 第 1 章 | 1. 线性方程组和消元法 | 回顾线性方程组的求解,了解行初等变换的由来;掌握用矩阵秩的语言表达线性方程组解的定理;掌握行列式定义,性质和计算。 | 8 |
| | 2. 线性方程组的矩阵表达和行初等变换 | | |
| | 3. 矩阵的秩和关于线性方程组的解定理 | | |
| | 4. 线性方程的解公式和行列式的定义 | | |
| | 5. 与行列式相关问题的进一步说明 | | |
| 第 2 章 | 1. 向量和矩阵的线性运算 | 掌握矩阵的线性运算;掌握线性相关性和线性无关的定义以及极大无关组的计算;掌握向量空间的维数、基和坐标等概念和齐次线性方程的解空间。 | 6 |
| | 2. 向量空间 (一) | | |
| | 3. 向量组的线性相关性 | | |
| | 4. 向量空间 (二) | | |
| | 5. 线性方程组解的向量表达 | | |
| 第 3 章 | 1. 线性变换、矩阵乘法和可逆矩阵 | 掌握矩阵的乘法、可逆矩阵的定义。掌握初等矩阵与初等变换的关系和矩阵标准型的概念;掌握矩阵乘积的行列式规律,逆矩阵的求法。 | 6 |
| | 2. 初等矩阵及其应用 | | |
| | 3. 向量空间 (三) | | |

| 章次 | 内容 | 细化的教学目标与要求 | 学时数 |
|-------|---------------------------|---|-----|
| 第 4 章 | 1. 方阵的乘方与指数运算 | 掌握方阵的乘方和相似矩阵的概念。 理解和掌握特征值、特征向量的概念和矩阵的对角化 | 6 |
| | 2. 相似矩阵 | | |
| | 3. 特征值和特征向量 | | |
| 第 5 章 | 1. 向量的内积、长度及正交性 | 掌握向量内积、长度和正交性的概念，基的正交化方法；掌握厄密矩阵的对角化；掌握基的变换法则和合同变换的概念。 | 6 |
| | 2. 厄密矩阵的对角化 | | |
| | 3. 二次型及合同变换 | | |
| 第 6 章 | 1. 逐点收敛、平均收敛、函数空间及有限傅里叶级数 | 理解函数与有限维向量的类似性；掌握傅里叶级数；掌握傅里叶变换的概念、基本性质与方法；掌握 δ 函数的意义、性质和运算 | 8 |
| | 2. 傅里叶级数定理 | | |
| | 3. 傅里叶变换 | | |
| | 4. 狄拉克 Delta 函数 | | |
| 第 7 章 | 1. 几种简单常微分方程的解法回顾 | 掌握几种简单的线性常微分方程；讨论二阶非齐次线性微分方程的解；掌握线性常微分方程的级数解法并熟悉两个常见的方程及其解；掌握斯特姆-刘维尔型本征值问题。 | 8 |
| | 2. 二阶线性齐次常微分方程的级数解法 | | |
| | 3. 二阶线性非齐次常微分方程 | | |
| | 4. 斯特姆-刘维尔型方程的本征值问题 | | |
| 第 8 章 | 1. 几类数理方程的导出 | 掌握数理方程的推导，定解问题的确定；理解线性叠加原理。 | 4 |
| | 2. 方程的定解条件 | | |
| | 3. 线性方程和叠加原理 | | |
| 第 9 章 | 1. 分离变量法初步 | 掌握齐次方程和齐次边界的分离变量法、园域上拉普拉斯方程的分离变量法以及球坐标系下的拉普拉斯方程的分离变量法。 | 8 |
| | 2. 球坐标下的分离变量法 | | |

四、教学方法

本课程作为少学时的物理专业基础课程，它需为后续课程提供必要的数学工具，因此我们采用传统的讲授方法，其优点在于可以以尽量少的学时学习更多的内容，缺点是不利于充分调动学生的学习主动性和积极性，导致学生易忘。为了克服易忘的缺点，我们在课堂内的讲授侧重于从相关应用背景抽象出对理论的要求，提升学生对相关内容应用的感性认识以帮助对该理论的长期记忆，而把严谨的理论推理和应用体现在作业题的完成过程中，并通过对

作业原题的临时抽测，加强对学生完成作业的独立性的考核！

我们采用多媒体辅以黑板板书的方式。多媒体课件充分运用多媒体的优势，特别是图形（像）与文字的有机结合、动画演示等技巧以突出重点，辅助难点教学；黑板板书要注重与多媒体的有机对接，起到画龙点睛的作用。

五、课外学习

本课程需要学生有足够的课外学习时间投入，课内外有机结合，以达到课程学习要求与目标。课外时间主要是用于完成一定数量的作业和自主的课前预习。

六、教学资源

表 4 本课程的基本教学资源

| 资源类型 | 资源 |
|------|---|
| 教 材 | 《物理学中的数学》 自编讲义 |
| 参考书 | 《线性代数》 刘长安、邢铁驊主编 中国标准出版社 1997 年 《线性代数》(第五版) 同济大学数学系 高教出版社 2007 年 《数学物理方法》(第四版) 梁昆淼等编 高教出版社 2010 年 《数学物理方法》(第二版) 胡嗣柱等编 高教出版社 2002 年 |
| 教学网站 | 无 |

七、课程考核方式及成绩评定方法

课程成绩由平时成绩、期中成绩和期末考试的成绩构成；平时成绩由课堂的表现和作业的成绩所确定。期中、期末考试为闭卷、百分制；课堂表现、作业均为五级制，最后转为百分制计入总分。

课程成绩 = 上课和作业表现(10%) + 期中成绩(30%) + 期末成绩(60%)

表 5 本课程考核与成绩评定方法

| 考核项目 | 考核内容 | 考核关联的课程教学目标 | 考核依据与方法 | 占课程总成绩的比重 |
|------|----------------|--|--|-----------|
| 平时成绩 | 课堂表现及作业 10% | 1. 对基础知识和基本能力的掌握； 2. 能够在沟通与表达能力上有所提高； 3. 能够在自主学习意识与能力上有所提高 | 1) 课堂考勤情况； 2) 课堂问题的回答情况； 3) 作业的完成情况。 | 40% |

| | | | | |
|------|-------------|--------------------|----------------------------------|-----|
| | 期中测试 30% | 使学生在自主学习意识与能力上有所提高 | 测试内容主要来自于讲义 | |
| 期末考试 | 理论考核 | 掌握物理学中常用数学的基本概念和理论 | 采用选择、填空和计算题相结合,全面考察学生对相关理论和应用的掌握 | 60% |

八、教学目标评价与教学改进

本课程教学目标评价方案如表 9 所示。教学目标评价在课程考核结束后进行,承担课程教学的教师根据评价结果,给出课程教学改进方案与说明,并经所在系研讨、审核通过后实施,以更有效的支撑毕业要求的达成。

表 9 本课程教学目标评价方案

| 评价主体与方式 | 评价方法 | 评价结果利用 |
|---------|---|--|
| 任课教师评价 | 遵循学院规定的课程教学目标评价方法,填写“课程教学状态 基本数据分析报告”、“课程对毕业要求达成评价与改进表”,进行自我评价并提交材料到学院。 | 供学院与教师从主要教学环节及其产出角度了解课程教学成效,并作为教学改进的依据; 供同行专家或教学专家审核之用。 |
| 学生评价 | 依托学校“基于目标达成的学习产出评价系统”,进行本课程教学成效的学生在线调查,并由系统提供评价结果。 | 供学院与教师从学生体验与收获角度了解课程教学成效,并作为教学改进的依据。 |
| 专家审核 | 学院指派相关的同行专家或教学专家,依据任课教师和学生评价,并结合必要的佐证材料或汇报答辩程序,审核本课程的教学目标评价结果与教学改进思路。 | 供学院掌握课程教学成效; 供教师作为教学改进的依据。 |

九、编制与审核

表 10 本大纲的编制与审核信息

| 工作内容 | 责任部门或机构 | 责任人 | 完成时间 |
|------|------------------|-----|-------------|
| 编制 | 物理系 | 金柏琪 | 2016 年 06 月 |
| 审核 | 物理与电子信息工程学院教学委员会 | | |