

湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划

项目结题报告书

项目名称：理论物理课程的研究性学习模式的探索与实践

项目编号：HNDC1717

学生姓名：罗子安

所在学校和院系：湖南工学院数理科学与能源工程学院

项目实施时间：2017.06

指导教师：肖奎、刘璟忠

联系电话：15273475945

填表日期：2019.03

湖南省教育厅
2019年制

一、基本情况

项目名称	理论物理课程的研究性学习模式的探索与实践					
立项时间	2017.6			完成时间	2019.3	
项目主要研究 人员	序号	姓名	学号	专业班级	所在院(系)	项目中的 分工
	1	罗子安	15070140122	材料物理卓越 1501	数理科学与能源工程学院	统筹、数值模拟
	2	刘英	15070140134	材料物理卓越 1501	数理科学与能源工程学院	理论分析
	3	孙甲	15070140216	材料物理卓越 1501	数理科学与能源工程学院	理论分析
	4	刘健	15070140114	材料物理卓越 1501	数理科学与能源工程学院	数值模拟
	5	胡勇成	15070140224	材料物理卓越 1501	数理科学与能源工程学院	数值模拟

二、研究成果简介

项目研究的目的、意义；研究成果的主要内容、重要观点或对策建议；成果的创新特色、实践意义和社会影响；研究成果和研究方法的特色。限定在 2000 字以内。

➤ 研究目的及意义

本项目在指导老师的指导下，将计算物理的相关理论应用于《理论物理导论》课程的学习，把《理论物理导论》的教学内容和数值模拟相结合，使项目组成员在学习过程中从繁重的计算中解脱出来，从而达到充分理解物理概念、明晰物理过程、增强利用物理知识建立数学模型的能力，切实做到增强其科学素养的目的；同时，将“实验探究”引入教学环节，在增强学生动手能力、加深对知识理解的基础上，培养学生的创新意识和创新能力。

➤ 研究成果的主要内容、重要观点

利用数值软件，比如 Mathematica 等对课程中涉及的公式进行推导；建立薛定谔方程的数学模型，以理解一维无限深势阱中的粒子的波函数特点；构建微扰理论的数学模型，明确一维线性谐振子处在微扰外电场中的波函数及能及变化情况，并用互动式模式进行展示。通过完成上述工作，项目组成员对理论物理导论，特别是量子力学的相关知识的物理内涵、模型含义及计算技巧有了较好的掌握，同时也较为熟练的掌握了 Mathematica 软件在数学建模中的作用，为将该软件应用于今后的学习、工作奠定了基础。在项目实施过程中，项目组成员还参与了 16 级材料物理专业《物理学导论》及 17 级材料物理专业《理论物理导论》两门课程的备课工作，辅助指导老师将可视化教学相关内容纳入课堂教学。

通过本项目的实施，项目组成员一致认为，将计算物理相关思想应用于《理论物理导论》课程乃至全部物理学课程的课堂教学和课后学习过程，切实有利于增强学生对相关物理概念的理解和掌握，并能提升学生的数学建模能力、动手能力，培

养学生的创新意识和创新能力。

➤ 研究的创新特色

课题的开展过程中所取得理论和实践创新包括

1. 完成了项目的相关计划，比如，完成了课程中涉及的公式进行推导；建立薛定谔方程的数学模型，以理解一维无限深势阱中的粒子的波函数特点；构建微扰理论的数学模型，明确一维线性谐振子处在微扰外电场中的波函数及能及变化情况，并用互动式模式进行展示等，提升了自身的自学能力、数学建模能力等；

2. 在项目指导老师的指导下，帮助指导老师对《物理学导论》、《理论物理导论》等课程的内容进行了调整，将部分数值模拟的内容纳入到教学体系，将以往的死板的板书教学改革为“理论教学、数值模拟、实验验证”的“三位一体”教学模式，采用“板书、多媒体展示、计算机模拟、实验演示、学生建模、学生讲解、学生实验检验”等环节，使教学手段多样化，增大学生参与度，在学生掌握知识的同时，增强其综合素质；

➤ 成果的实践意义和社会影响

本项目组成员在研究过程中，在指导老师的指导下，在理清了《理论物理导论》课程教授内容、专业需求、学生能力培养的基础上，根据材料物理专业应用型本科人才培养指导思想及定位，促使我校材料物理专业的《理论物理导论》课程的课程体系、教学大纲、教学方法等进行了改革，并整合、优化了教学内容，目的明确、重点突出，同时，在《理论物理导论》改革过程中，进一步提升了我校材料物理专业学生学习本科课程的兴趣，使其能乐于学、善于学，且能学有所获、学以致用。

通过本项目的实施，总结了三篇论文，并都已经接收，通过上述文字的发表，总结了项目实施以来的一些经验。

➤ 研究成果和研究方法的特色

1. 研究成果：

(1) 《理论物理导论》课程的改革：在本项目实施过程中，因指导老师为《理论物理导论》课程的授课教师，在指导老师参与本项目的实施过程中，不断探讨教学中存在的优缺点，推动了课程的改革；

(2) 论文发表：本项目实施过程中，共计发表三篇论文：

a) 肖奎，罗子安，《理科课程教学与创新能力的培养关系探讨》，科技创业月刊，2019，1，83-85；

b) 肖奎，罗子安，微扰理论的可视化——以一维线性谐振子为例，中国科技纵横，2019，3，218-219；

c) 肖奎，罗子安，一维线性谐振子波函数及几率分布的可视演示，企业科技与发展，2019，3(已接收)。

2. 研究方法的特色

本项目属于研究性学习项目，通过项目组制定计划、认真实施，不仅项目组成员在量子力学、热力学与统计物理等课程方面的知识得到了进一步夯实，也为该门课程的教学改革起到了一定的作用。从而本项目的特色在于：一方面，打破单纯的推导公式和解微分方程的传统学习方式，将更多的时间用于理解物理思想、物理过程中来；另一方面，通过数值模拟，较好的掌握一门计算机软件，为今后的数学建模竞赛和进一步的专业课学习奠定基础，并为学生创新能力的培养奠定了基础。

三、项目研究总结报告

预定计划执行情况，项目研究和实践情况，研究工作中取得的主要成绩和收获，研究工作有哪些不足，有哪些问题尚需深入研究，研究工作中的困难、问题和建议。（字数不限，可加页面）

1. 预定计划执行情况

本项目的预期成果为：

(1) 编写理论物理导论课程的大部分公式的推导程序和部分微分方程的求解程序并可使化；

(2) 预计发表 2-3 篇论文；

(3) 对该创造性学习方式推广至各年级。

在本项目的实施过程中，所有预期计划均已完成，具体为：

(1) 借助 MATHEMATICA 软件的计算功能，推导量子力学及热力学统计过物理中的部分难度较大的公式，使项目组成员认识到数学计算软件在学习过程中的重要性，并学习好相关软件，为解决后续的专业问题奠定基础；

(2) 对量子力学中比较难以理解的定态薛定谔方程解的可视化及微扰理论可视化进行了模拟，

(i) 量子力学中的微扰理论，有一套完备的计算步骤，但计算过程相对较为繁杂，较难直观展示微扰理论的物理内涵。为了直观展示微扰理论对波函数及能级产生的影响，本文以一维线性谐振子为例，做简谐振动的粒子为带电粒子，当其处在弱电场中时，会受到微扰。项目组成员借助 Mathematica 软件，展示带电谐振子处在弱电场时，能量及波函数的变化情况。

(ii) 项目组成员同过数值模拟，就一维谐振子波函数及几率分布进行了可视化展示，通过利用 Mathematica 软件中的内部命令 Manipulate，分别展示以为线性谐振子的波函数和几率密度图样。

这两个方面的工作，使项目组成员进一步理解了量子力学中相关物理概念的内涵，并为后续的《固体物理》、《材料科学基础》等课程的学习奠定了扎实的基础；

(3) 在项目指导老师的指导下，通过本项目的开展，提升了项目组成员的创新能力，并将相关经验在 2016 级、2017 级的相关课程中进行了实验和推广，并

总结了本项目从项目构思、立项及实施以来的经验，具体可以概括为：结合创新人才培养的要求和实现路径，选择了从构建自身知识的能力、发现问题的能力、解决问题的能力及提升转化的能力等方面入手，通过对学生分组讨论等方式作为能力培养途径，切实提升了学生的创新意识和创新能力。

2. 项目研究和实践情况

本项目组成员在研究过程中，在指导老师的指导下，在理清了《理论物理导论》课程教授内容、专业需求、学生能力培养的基础上，根据材料物理专业应用型本科人才培养指导思想及定位，促使我校材料物理专业的《理论物理导论》课程的课程体系、教学大纲、教学方法等进行了改革，并整合、优化了教学内容，目的明确、重点突出，同时，在《理论物理导论》改革过程中，进一步提升了我校材料物理专业学生学习本科课程的兴趣，使其能乐于学、善于学，且能学有所获、学以致用。

通过本项目的实施，总结了三篇论文，并都已经发表或接收，通过上述文字的发表，总结了项目实施以来的一些经验。

3. 主要成绩和收获

(1) 在项目指导老师的指导下，帮助指导老师对《理论物理导论》的内容进行了调整，将部分数值模拟的内容纳入到教学体系，将以往的死板的板书教学改革为“理论教学、数值模拟、实验验证”的“三位一体”教学模式，采用“板书、多媒体展示、计算机模拟、实验演示、学生建模、学生讲解、学生实验检验”等环节，使教学手段多样化，增大学生参与度，在学生掌握知识的同时，增强其综合素质；

(2) 将评价体系由原来的构成为平时分（出勤、作业，比重 30%）和期末成绩（比重 70%）改革为理论水平（闭卷考试、小论文）和实践能力（表达、建模、动手能力）；

(3) 本项目提出的观点、实施方案、操作过程是以培养创新能力强、适应经济发展的本科生为指导的，目标在于通过“三位一体”教学模式，在使学生掌握理论知识的同时，使学生乐学、善学、学有所获、学有所用，从而达到全面提升学生创新能力的目标。

4. 存在的主要困难、问题和不足

面对我国高等教育发展的大好形势，借鉴国内外先进的物理课程教学模式，针对前期工作开展情况，通过认真自查和专家评估，发现尚存在以下问题和差距，并以此作为我们以后研究的主攻方向。

(1) . 以学生为中心为特点的理论物理教学内容、教学模式的改革在一定程

度上促进了学生学习理论物理的积极性,但在 MOOC 等翻转课堂日益改变现今教学模式的今天,单一的分级、分类教学相对比较落后,有必要将理论物理各部分内容进行深层次细分,并将其以 MOOC 的形成进行开展,让学生根据专业需求、个人兴趣等对模块进行选择,使学生更好、更全面的掌握物理学相关知识;

2. 在本项目的实践过程,我们发现,无论老师如何对教学内容和教学模式进行改革,但由于平时成绩所占比重只有 30%,导致“低头族”占据大半边课堂的今天,有必要加强过程考核,加大“出勤、作业、课堂表现、小论文”等各方面的比重,反推学生主动学习相关内容,了解相关内容如何应用;

3. 在研究过程中,我们协助指导老师参与了 2017 年的《物理学导论》课程及 2018 年的《理论物理导论》课程的教学工作。在此过程中,我们基本思路是将数值模拟放入到学生课后学习中。教会学生基本的 Mathematica 等软件使用方法后,其他的内容让学生自学并解决一定的问题。但我们发现,除了极少数主动性较高的学生会自主学习外,大部分同学都不会认真钻研如何利用数学软件解决物理问题。为解决该问题,有必要以某个专业为试点,增加数学实验,使绝大部分学生能学习如何利用数学软件建模并解决数学问题,为其后续专业课的学习奠定基础。

5. 下一步研究工作建议

(1) 建议教师加大教学改革力度,引入新的教学模式和教学方法,推动学生从学的角度进行改革;

(2) 加大学生对课堂改革的参与力度,增强学生的自我学习、自我管理的能力。

四、经费使用情况

经费合计 1800 元。

经费支出情况： 暂未产生报账支出。

五、指导教师及学院（系）审核意见

项目指导教师对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等。

该项目就理论物理课程中理论难度较大的内容进行了数值模拟，项目组成员作为《理论物理导论》课程教学的助理人员，参与了 2016 级的《物理学导论》及 2017 级《理论物理导论》课程的教学工作，就部分教学内容的内容整合、筛选做除了贡献。并就研究成果，撰写了三篇论文，起到了较好的推广作用。

项目完成了预期目标，同意结题。

负责人签章：

年 月 日

项目主持人所在学院（系）对结题的意见，包括对项目研究工作和研究成果的评价等

负责人签章：
年 月 日

六、学校结题审核意见

学校对项目研究的任务、目标、方法和研究成果水平等进行评价，是否结题。

年 月 日