《现代物理学在创新创业中的应用》

课程教学大纲

一、课程基本信息

英文名称	Application of Modern Physics in Innovation and Entrepreneurship	**课程代码**	CX220001
课程性质	专业选修课	**授课对象**	物理学
学　　分	2 学分	**学　　时**	36 学时
主讲教师	方亮	**修订日期**	2021 年 6 月
指定教材	方亮，《现代物理学在创新创业中的应用案例汇编》，北京，高等教育出版社		

二、课程目标

（一）总体目标：

该课程以创新创业案例、方法和思想为引导，通过物理创新竞赛赛题或开放性物理问题，师生结成教学共同体，就这些物理问题的基本知识、理论分析、实验研究和结果讨论等进行研究。通过完整课程体系设计，着重让学生自主学习、自主探究、自主评价，充分发挥第二课堂育人功能，促使学生综合运用所学知识，培养学生的创新性思维和实践能力，真正实现“学生中心、产出导向、持续改进”。

（二）课程目标：

课程目标 1-情感目标：

了解中华民族的光辉历史，树立民族复兴的历史重任；培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。

课程目标 2-认知目标：

理解创新的作用和意义，培养发现、提出、解决问题的能力；注重让学生“敢闯会创”，在亲身参与中增强创新精神、创造意识和创业能力。

课程目标 3-知识和能力目标：

通过科技文献检索、经典案例介绍，项目申请书撰写等方式，使学生具备贯通新旧知识，

自主开展理论研究的能力，并结合实践完成项目，培养团队合作精神、交流沟通、汇报展示，项目讨论等能力。

（三）课程目标与毕业要求、课程内容的对应关系

表 1：课程目标与课程内容、毕业要求的对应关系表

课程目标	课程子目标	对应课程内容	对应毕业要求
课程目标1	1.1 了解中华民族的光辉历史，树立民族复兴的历史重任	第三讲 天地之美，万物之理 第七讲 源自普物实验的创新实验案例	1-2 了解物理基础科学对人类社会文明进步的贡献，能掌握物理基础知识与原理、受到科学思维和物理学研究方法的训练，具有科学精神、科学素养、科学做法和创新意识。
			3-1 了解国际物理学的知识领域，相关领域的发展动态。
			3-2 了解物理新发现、新技术、新动态对社会发展的应用前景或对推动知识创新、人类文明进展的作用。
	1.2 培养学生探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感	第一讲 课程导论 第三讲 天地之美，万物之理 “第二课堂”	1-1 培育和践行社会主义核心价值观，维护国家利益，具有推动实现民族复兴中国梦和社会进步的责任感。
课程目标2	2.1 理解创新的作用和意义	第二讲 课程项目池 第三讲 天地之美，万物之理	3-2 了解物理新发现、新技术、新动态对社会发展的应用前景或对推动知识创新、人类文明进展的作用。
			2-1 掌握数学基础知识、基本方法，具有数学基础知识和基本方法解决物理问题能力。
	2.2 培养发现、提出、解决问题的能力	第五讲 预实验讲解与讨论 第七讲 源自普物实验的创新实验案例 “第二课堂”	1-3 能够具有团队协作能力，主动与其他专业成员合作，能够独立完成团队分配的任务，具有组织团队开展工作的能力。
			8-1 具有自主查阅资料，归纳总结，提升知识的自我学习能力。
	2.3 注重让学生“敢闯会创”，在亲身参与中增强	第一讲 课程导论 第五讲 预实验讲解	7-2 具有围绕科研课题查阅文献、设计研究方案、组织课题研究能力，并能开展数据收集、分析归纳、综合以及撰写报告、论文、参加学

	创新精神、创造意识和创业能力	与讨论 第七讲 源自普物实验的创新实验案例 “第二课堂”	术交流能力。
课程目标3	3.1 科技文献检索、经典案例介绍，学会项目申请书撰写	第四讲 PPT 制作及数据图规范 第六讲 文献与资源搜索	1-3 能够具有团队协作能力，主动与其他专业成员合作，能够独立完成团队分配的任务，具有组织团队开展工作的能力。
			2-4 掌握物理实验研究方法和实验动手能力，具有设计实验、收集数据，整理分析数据，撰写实验报告能力。
	3.2 学生具备贯通新旧知识，自主开展理论研究的能力	第七讲 源自普物实验的创新实验案例 第九讲 大学物理中的创新实验 第十一讲 专利知识及案例分析 “第二课堂”	2-2 掌握物理知识和物理方法，能应用物理知识和方法描述自然现象和规律。
			2-3 掌握物理学理论知识，能解释或理解自然现象和自然规律，具有初步解决科学问题的能力。
	3.3 结合实践完成项目，培养团队合作精神、交流沟通、汇报展示，项目讨论等能力	“第二课堂” 第八讲 阶段汇报 1 与小组讨论 第十讲 阶段汇报 2 与小组讨论 第十二讲 期末汇报与小组讨论	1-3 能够具有团队协作能力，主动与其他专业成员合作，能够独立完成团队分配的任务，具有组织团队开展工作的能力。
			7-2 具有围绕科研课题查阅文献、设计研究方案、组织课题研究能力，并能开展数据收集、分析归纳、综合以及撰写报告、论文、参加学术交流能力。
			8-1 具有自主查阅资料，归纳总结，提升知识的自我学习能力。

三、教学内容

课程以现代物理方法、案例和实验作为课程输入，以分阶段学生的讨论汇报作为反馈输出，如图 1 所示。内容涉及与物理创新实践相关的概念、思维训练和技术基础，从具体作品

的解析到立项训练，强调以案例的形式进行讲解，讲解过程讲究循序渐进，让学生从“推着走”到“扶着走”再到“自己走”，逐层设置台阶，让学生初步具备物理创新思想与创新实践能力。

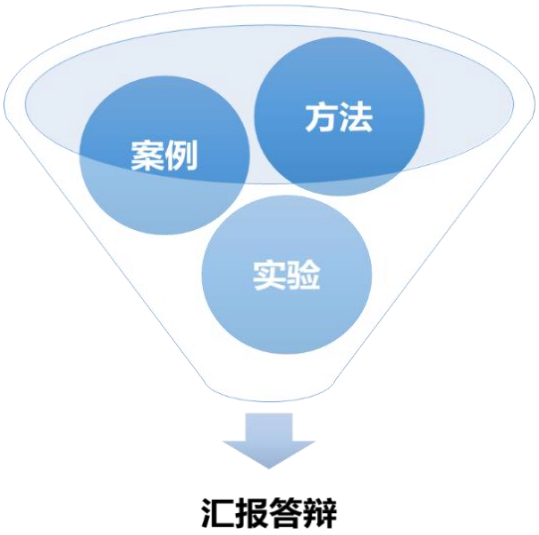

图 1： 教学内容导图

本课程充分利用课内 36 个学时，在问题引导式教育理念的指导下，以物理开放性问题为阶梯，以 PDCA（Plan，Do，Check，Analysis）循环引导学生学会“项目式学习和管理方法”。

四、学时分配

表 2：《现代物理学在创新创业中的应用》课程 36 学时的教学内容安排表

学时	教学内容	教师角色	学生角色	支撑教学目标
2	物理学史回顾及在人类社会发展史中的地位	物理学在创新创业中的重要作用解读，激励学生创新热情，激发社会责任感和历史使命感	聆听、交流、讨论，构建社会责任感和历史使命感	1
2	文献搜索、项目调研、项目申请书及科技论文阅读的撰写	讲解项目初期的文献调研、资料搜索和信息整合方法，强调项目调研的重要性介绍项目申请书和科技论文的书写	聆听、交流、讨论，了解创新实践项目的基本过程和申请方法	2
2	项目管理方法介绍	通过学生熟悉的非物理命题让学生了解 PDCA 项目管理方法，在此基	了解 PDCA 管理方法，了解甘特图和里程碑概念，初步形成	2

		础上引入物理实验，阐述两者的有机组合	项目管理概念和监控审核方法	
2	开放性物理问题分析	开放性问题的解读和项目管理的基本方法、步骤和审核	课后小组讨论，确认选题，让学生提取关键词并进行相关文献资源搜索	2、3
4	实验案例介绍	介绍力学相关的经典实验，让学生体会其设计精要：卡文迪许扭秤实验、杨氏模量的测量	聆听学习，并做实验拓展，让学生调研微小形变的测量方法，并形成完整的实验报告	1、2、3
4	往年 IYPT 赛题解析	选取往年 IYPT 赛题，介绍物理问题的一般处理方法和解决思路：海伦喷泉和提灯星芒	教师引导学生在第二课堂动手尝试，并逐步学会阶段性汇报，在第一课堂进行师生研讨	2、3
2	物理实验方法与实验设计	介绍物理实验方法和实验设计、实验和设备资源、实验仪器操作和开发、数据处理和误差分析	学生了解现有可用的实验设备和资源，掌握数据和误差处理的基本方法	2、3
2	专家报告	校内专家分享科技创新的产业转化过程，帮助学生了解科研产业之间的异同，提升其社会责任感	聆听、交流、互动，提升专业自信和社会责任感	1、2、3
4	中期点评	根据学生提交的中期进展报告，课堂师生共同参与评价讨论	学生进行阶段汇报，学生互评，师生互评，讨论提升	1、2、3
2	专家报告	企业法律专家分享技术专利的重要性，建立专业自信	聆听、交流、互动，提升专业自信	1、2、3
2	专家报告	企业技术总监的业界经验分享，加深学生的专业认同感	聆听、交流、互动，提升自身的专业认同感	1、2、3
8	学生汇报	所有项目进行期中汇报答辩点评和效度分析	学生进行终期汇报，其余学生提问和评价，并形成项目报告	1、2、3

课程实施的具体安排见图 2 所示的思维导图，我们希望通过课程的实施，使学生得到价值塑造、能力培养和知识传授的三位一体的培养。

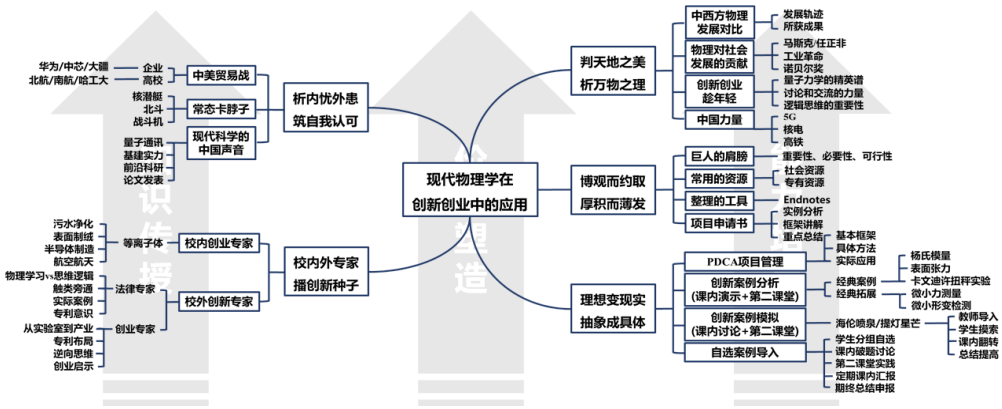

图 2： 课程实施思维导图

五、教学进度

表 3：教学进度表

周次	章节名称	内容提要	授课时数	作业及要求	备注
1	课程介绍	课程特色、课程定位、学生个体差异性培养、评价标准……	2	完成课程问卷，梳理物理知识背景脉络图	
2	课程项目池	PT、自由选题、说课训练（参考国家创新赛标准）题目讲解	2	结合小组知识背景，完成分组，师生沟通选题	
3	格物致理	天地之美、万物之理	2	确认选题，并完成上报，申报相关耗材采购	
4	报告规范	PPT 制作/Origin 和 excel 作图规范	2	配合选题，完成预实验相关数据的分析	
5	预实验讲解	考察作图规范、PPT 制作和总结学生资源搜索的主要问题	2	订正 PPT 和作图中的相关问题	

6	文献及资源搜索	从学生在资源搜索中的主要问题切入，讲解文献搜索的注意点和要点	2	完成课题背景调研，并与指导教师沟通基本实验方案	
7	源自普物实验的创新实验案例	侧重与学生选择实验相关的一些经典实验方法的解剖	2	学生结合自己的课题，优化实验方案	
8	阶段汇报 1	在预实验的基础上，重点体现进展	2	在师生/生生讨论的基础上，优化实验方案	
9	大学物理中的创新实验	力学+原子物理，精讲弹簧衍射测力实验	2	拓展选题思路，提升选题的研究宽度，延伸应用场景	
10	阶段汇报 2	在阶段汇报 1 的基础上，阐述课题的应用场景，拓展研究宽度	2	在师生/生生讨论的基础上，丰富实验	
11	专利知识普及及案例分析	了解专利概念，建立初步专利意识	2	结合选题的应用场景，完成专利申报书的相关内容	
12	期末汇报（PPT+项目总结）	PT 和自由选题要求产生成品（完整的测量装置、实验数据分析）；说课要求完整的教学设计、PPT 和说课视频	2	期终汇报	

六、教材及参考书目

1. S. Wang & W. Gao. International Young Physicist’s Tournament: Problems & Solutions 2012-2013. World Scientific, 2015.

2. S. Wang & W. Gao. International Young Physicist’s Tournament: Problems & Solutions 2014. World Scientific, 2016.

3. 卢荣德. 大学物理演示实验. 中国科技大学出版社, 2014.

4. 葛惟昆. 基础物理特色实验集锦. 高等教育出版社, 2015.

5. R. M. 卡普拉罗. 基于项目的 STEM 学习. 上海科技教育出版社, 2016.

6. 陈聪. 物理创新与实践基础训练. 高等教育出版社, 2016.

参考网站

1. IYPT 官网上的参考文献：http://kit.ilyam.org/

2. 维基百科：https://en.wikipedia.beta.wmflabs.org/wiki/Main_Page

3. IYPT 青年物理学家视频集锦：
https://space.bilibili.com/541342580/channel/detail?cid=148586

4. IYPT 青年物理学家微信公众号

七、教学方法

本课程综合讲授式、演示式、自主学习式、启发式、讨论式、合作交流式以及沟通汇报式等多种教学方式进行教学，以笔头报告、口头报告、学生问答、师生互评等方式进行教学反馈。具体而言，我们在项目的实施过程中，会提前布置问题，让学生自主思考，或者学生在第二课堂实践，逐渐减少教师的引导，让学生充分调研，发散思考；课上通过翻转课堂，汇总学生的文献调研，实验探索和模型构建的结果，归纳总结；综合分析学生提出的各种视角，通过拼接构建，提炼物理图像；在此基础上，教师和学生对其他小组汇报视角的优势和不足进行分析，提高学生的思维逻辑性。具体的流程图见图 3。

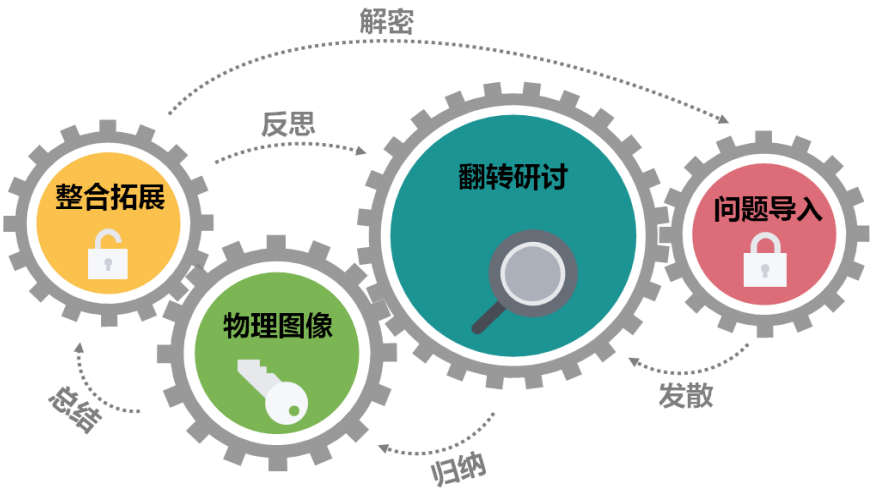

图 3： 模拟案例和自选案例的实施流程

八、考核方式及评定方法

（一）课程考核与课程目标的对应关系

表 4：课程考核与课程目标的对应关系表

课程目标	考核要点	考核方式
课程目标 1	**相关教学内容**	**第二课堂+教学反馈**
课程目标 2	**相关教学内容**	**第二课堂+教学反馈**
课程目标 3	**相关教学内容**	**第二课堂+教学反馈**

（二）评定方法

1．评定方法

考核方式：课内汇报、课内讨论、终期答辩、终期报告、组内互评

成绩评定方式：

终期答辩——40% （同学互评+教师评价）

终期报告——30% （教师评价）

组内互评——20% （同学互评+自评）

课内汇报——5% （中期汇报的同学互评：推选最有价值的中期报告）

课内讨论——5% （中期答辩中最有价值的问题推选）

考核要求：

（一）报告内容方面：项目设计的科学性，创新性，实践性，合理性，可行性。

（二）学生素养方面：逻辑思维，物理图像，团队合作，交流汇报，思辨探讨。

2．课程目标的考核占比与达成度分析

表 5：课程目标的考核占比与达成度分析表

考核占比 / 课程目标	平时	报告	汇报	总评达成度
课程目标 1	50%	50%	50%	（例：课程目标 1 达成度={0.5 x 平时目标 1 成绩+0.3 x 期中目标 1 成绩
课程目标 2	30%	30%	30%	

课程目标 3	20%	20%	20%	+0.2 x 期末目标 1 成绩}/目标 1 总分。按课程考核实际情况描述）

（三）评分标准

课程目标	评分标准				
	90-100	**80-89**	**70-79**	**60-69**	**＜60**
	优	**良**	**中**	**合格**	**不合格**
	A	**B**	**C**	**D**	**F**
课程目标 1	充分了解中华民族的光辉历史，明确树立民族复兴的历史重任；学生建立独立的探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。	完整了解中华民族的光辉历史，树立民族复兴的历史重任；建立学生基本的探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。	基本了解中华民族的光辉历史，树立民族复兴的历史重任；建立学生初步的探索未知、追求真理、勇攀科学高峰的责任感和使命感。	大概了解中华民族的光辉历史，树立民族复兴的历史重任；建立学生一定的探索未知、追求真理的责任感和使命感。	能了解中华民族的光辉历史，尚未梳理民族复兴的历史重任；害怕尝试探索未知。
课程目标 2	充分理解创新的作用和意义，具备发现、提出、解决问题的能力；学生“敢闯会创”，在亲身参与中形成初步的创新精神、创造意识和创业能力。	理解创新的作用和意义，能发现、提出、解决问题；学生“敢闯会创”，在亲身参与中形成初步的创新精神、创造意识和创业能力。	基本理解创新的作用和意义，能发现、提出、解决问题；学生“敢闯会创”，在亲身参与中形成一定的创新精神、创造意识和创业能力。	初步理解创新的作用和意义，具备一定发现、提出、解决问题的能力；学生在亲身参与中体会到创新精神、创造意识和创业能力。	没能理解创新的作用和意义，尚不具备发现、提出、解决问题的能力；学生在亲身参与中没有体会到创新精神、创造意识和创业能力。
课程目标 3	充分具备贯通新旧知识，自主开展理论研究的能力，并结合实践完成项目，培养团队合作精神、交流沟通、汇报展示，项目讨论等能力。	能够具备贯通新旧知识，自主开展理论研究的能力，并结合实践完成项目，培养团队合作精神、交流沟通、汇报展示，项目讨论等能力。	基本具备贯通新旧知识，自主开展理论研究的能力，并结合实践基本完成项目，培养初步的团队合作精神、交流沟通、汇报展示，项目讨论等能力。	初步具备贯通新旧知识，自主开展理论研究的能力，并结合实践初步完成项目，团队合作精神、交流沟通、汇报展示，项目讨论等能力有一定体现。	尚不具备贯通新旧知识，自主开展理论研究的能力，没有完成项目，团队合作精神、交流沟通、汇报展示，项目讨论等能力有欠缺。